STAATSCOURANT
Officiële uitgave van het Koninkrijk der Nederlanden sinds 1814.
Nr. 15868
26 maart 2021

Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties van 19 maart 2021 tot wijziging van de Omgevingsregeling vanwege het opnemen van regels met het oog op de beheersing van geluid afkomstig van wegen, spoorwegen en industrieterreinen (Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet)

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties;

Gelet op de richtlijn omgevingslawaai, de artikelen 2.15, tweede lid, 2.21, eerste lid, 2.24, tweede lid, 4.1, tweede lid, 20.3, eerste lid, 20.6, derde lid, 20.7, onder c, en 20.10, derde lid, van de Omgevingswet en artikel 3.2, eerste lid, van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet;

Besluiten:

HOOFDSTUK 1 AANVULLING EN WIJZIGING OMGEVINGSREGELING

Artikel 1.1 (Omgevingsregeling)

De Omgevingsregeling wordt als volgt gewijzigd:

A

Artikel 1.1a wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 1.1a (grondslag)

1. Deze regeling berust op de artikelen 1.5, tweede lid, 2.15, tweede, derde en vierde lid, 2.20, tweede en derde lid, 2.21, 2.21a, eerste lid, 2.24, tweede lid, 4.1, tweede lid, 4.3, derde lid, 5.34, tweede lid, 12.6, vijfde lid, 13.1, tweede lid, 16.6, 16.55, tweede en zesde lid, 16.88, derde en vierde lid, 18.21, eerste lid, 19.10, eerste lid, 19.11, 20.2, tweede lid, 20.3, eerste lid, 20.6, derde lid, aanhef en onder b, 20.10, derde lid, 20.14, zesde lid, 20.16, derde lid, 20.18, eerste lid, 20.21, tweede en vierde lid, 20.25, tweede lid, 20.26, vierde lid, 20.28, derde lid, 20.29 en 20.30, aanhef en onder b, van de wet.

2. Deze regeling berust ook op de artikelen 8.47, vijfde lid, 8.48, vijfde lid, 8.53, vijfde lid, 8.55, vijfde lid, 8.56, tweede lid, 8.57, derde lid, 8.57a, vierde lid, 8.57b, vierde lid, 8.59, tweede lid, 8.62c, vijfde lid, 8.62h, derde lid, 8.62i, derde lid, 8.62l, vierde lid, 8.66, derde lid, en 8.68, derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

3. De artikelen 14.1, 14.2, 14.18b, 14.28e en 14.31i berusten op artikel 133, derde lid, van de Mijnbouwwet.

B

Na artikel 2.29 wordt een artikel ingevoegd, luidende:

Artikel 2.29a (aanwijzing rijkswegen voor beheersing van geluid)

De wegen in beheer bij het Rijk waarvoor de Minister van Infrastructuur en Waterstaat als omgevingswaarden geluidproductieplafonds vaststelt, bedoeld in artikel 2.15, tweede lid, onder a, van de wet, zijn de wegen, bedoeld in bijlage IVa.

C

Na artikel 2.30 wordt een artikel ingevoegd, luidende:

Dit document bevat verschilmarkering t.o.v. eerdere regelingtekst.

Tekst en afbeeldingen die worden toegevoegd zijn onderstreept en groen gemarkeerd, of van een groen kader voorzien.

Tekst en afbeeldingen die worden verwijderd zijn doorgestreept en rood gemarkeerd, of van een rood kader voorzien.

Artikel 2.30a (aanwijzing hoofdspoorwegen voor beheersing van geluid)

De hoofdspoorwegen waarvoor de Minister van Infrastructuur en Waterstaat als omgevingswaarden geluidproductieplafonds vaststelt, bedoeld in artikel 2.15, tweede lid, onder b, van de wet, zijn de spoorwegen, bedoeld in bijlage IVb.

D

Paragraaf 2.3.5 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

§ 2.3.5 Bijzondere spoorwegen

Artikel ~~2.30a~~2.30b (aanwijzing en begrenzing beperkingengebieden bijzondere spoorwegen ≤ 30 km/u)

De beperkingengebieden, bedoeld in artikel 9.19, eerste lid, van het Besluit activiteiten leefomgeving, met betrekking tot bijzondere spoorwegen waarvoor geen toepassing is gegeven aan artikel 8, tweede lid, van het Besluit bijzondere spoorwegen, zijn:

a. de locaties die liggen binnen 3 m aan weerszijden van de bijzondere spoorweg; en
b. als het gaat om kruisingen tussen de bijzondere spoorweg en een weg die open staat voor het openbaar verkeer: de locaties die liggen binnen een vlak dat wordt gevormd door hoekpunten in het hart van het buitenste spoor op 50 m aan weerszijden van de as van de weg en op 11 m aan weerszijden van de bijzondere spoorweg in de as van de weg.

Artikel ~~2.30b~~2.30c (aanwijzing en begrenzing beperkingengebieden bijzondere spoorwegen > 30 km/u)

De beperkingengebieden, bedoeld in artikel 9.19, eerste lid, van het Besluit activiteiten leefomgeving, met betrekking tot bijzondere spoorwegen waarvoor toepassing is gegeven aan artikel 8, tweede lid, van het Besluit bijzondere spoorwegen, zijn:

a. als de bijzondere spoorweg als rechte baan is aangelegd: de locaties die liggen binnen 8 m aan weerszijden van de bijzondere spoorweg;
b. als de bijzondere spoorweg in gebogen richting is aangelegd: de locaties die liggen:
   1°. 8 m langs de buitenzijde van de boog; en
   2°. 20 m langs de binnenzijde van de boog;
c. als het gaat om kruisingen tussen een bijzondere spoorweg waarop een snelheid van ten hoogste 40 km/u is toegestaan en een weg die open staat voor het openbaar verkeer: de locaties die liggen binnen een vlak dat wordt gevormd door hoekpunten in het hart van het buitenste spoor op 220 m aan weerszijden van de as van de weg en op 11 m aan weerszijden van de bijzondere spoorweg in de as van de weg; en
d. als het gaat om kruisingen tussen een bijzondere spoorweg waarop een snelheid van meer dan 40 km/u is toegestaan en een weg die open staat voor het openbaar verkeer: de locaties die liggen binnen een vlak dat wordt gevormd door hoekpunten in het hart van het buitenste spoor op 500 m aan weerszijden van de as van de weg en op 11 m aan weerszijden van de bijzondere spoorweg in de as van de weg.

Artikel ~~2.30c~~2.30d (meten afstand beperkingengebied bijzondere spoorwegen)

De afstanden aan weerszijden van de bijzondere spoorweg en de afstanden langs de buitenzijde en binnenzijde van de boog, bedoeld in de artikelen ~~2.30a~~2.30b en ~~2.30b~~2.30c, gelden:

a. bij een spoorweg op maaiveldniveau: vanaf het hart van het buitenste spoor;
b. bij een ingegraven spoorweg: vanaf de bovenzijde van de ingraving; en
c. bij een opgehoogde spoorweg: vanaf de teen van het talud van de ophoging.

E

Artikel 2.40 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 2.40 (aanwijzing agglomeraties richtlijn omgevingslawaai)

De agglomeraties, bedoeld in de richtlijn omgevingslawaai, zijn:

a. Alkmaar, omvattend de gemeenten: Alkmaar, Bergen, Heerhugowaard, Heiloo en Langedijk;

b. Almere;
c. Amersfoort;
d. Amsterdam/Haarlem, omvattend de gemeenten: Aalsmeer, Amstelveen, Amsterdam, Beverwijk, Bloemendaal, Diemen, Haarlem, Haarlemmermeer, Heemskerk, Heemstede, Ouder-Amstel, Uithoorn, Velsen, Zaanstad en Zandvoort;
e. Apeldoorn;
f. Arnhem;
g. Breda;
h. 's-Hertogenbosch;
i. Den Haag/Leiden, omvattend de gemeenten: Delft, Den Haag, Katwijk, Leiden, Leiderdorp, Leidschendam-Voorburg, Midden-Delfland, Oegstgeest, Pijnacker-Nootdorp, Rijswijk, Voorschoten, Wassenaar, Westland en Zoetermeer;
j. Eindhoven, omvattend de gemeenten: Best, Eindhoven, Geldrop-Mierlo, Helmond, Nuenen, Gerwen en Nederwetten en Veldhoven;
k. Enschede, omvattend de gemeenten: Almelo, Enschede en Hengelo;
l. Gouda, omvattend de gemeenten: Alphen aan den Rijn, Gouda en Waddinxveen;
m. Groningen;
n. Heerlen/Kerkrade, omvattend de gemeenten: Beekdaelen, Brunssum, Heerlen, Kerkrade, Landgraaf en Voerendaal;
o. Hilversum, omvattend de gemeenten: Blaricum, Gooise Meren, Hilversum, Huizen, Laren en Weesp;
p. Maastricht;
q. Nijmegen;
r. Rotterdam/Dordrecht, omvattend de gemeenten: Albrandswaard, Barendrecht, Capelle aan den IJssel, Dordrecht, Hendrik-Ido-Ambacht, Nissewaard, Maassluis, Papendrecht, Ridderkerk, Rotterdam, Schiedam, Sliedrecht, Vlaardingen~~, Zuidplas~~ en Zwijndrecht;
s. Tilburg;
t. Utrecht, omvattend de gemeenten: Houten, Nieuwegein, Stichtse Vecht, Utrecht en IJsselstein; en
u. Zwolle.

F

Hoofdstuk 3 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

HOOFDSTUK 3 BEHEER VAN DE FYSIEKE LEEFOMGEVING

~~[Gereserveerd]~~

AFDELING 3.1 BEHEERSING VAN GELUID AFKOMSTIG VAN WEGEN, SPOORWEGEN EN INDUSTRIETERREINEN

§ 3.1.1 Algemene bepalingen

Artikel 3.1 (toepassingsbereik)

Deze afdeling is van toepassing op de beheersing van het geluid door wegen, spoorwegen en industrieterreinen.

Artikel 3.2 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald)

1. Het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald op een of meer punten waar het geluid representatief is en dat ligt:
   a. als het gaat om een geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de gevel, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag;
   b. als het gaat om een nieuw te bouwen geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de locatie waar een gevel mag komen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag die gebouwd mag worden;
   c. als het gaat om een woonwagen: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van de woonwagen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag; en
   d. als het gaat om een woonschip: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van het woonschip op 1 m boven het maaiveld.

2. In het eerste lid wordt onder woonschip verstaan: drijvend bouwwerk met een woonfunctie op een locatie die in het omgevingsplan is aangewezen als een ligplaats voor een woonschip.

Artikel 3.3 (bepalen: geluid in geluidgevoelige ruimten)

1. Het geluid in geluidgevoelige ruimten wordt bepaald door het geluid op de gevel te verminderen met de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie, bepaald volgens NEN 5077 of NEN-EN-ISO 12354-3.

2. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

Artikel 3.4 (bepalen: geluid op een geluidgevoelig gebouw)

Bij het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw:
a. wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten; en
b. worden de waarden afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbijgelegen even getal.

Artikel 3.5 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Een geluidaandachtsgebied wordt bepaald volgens bijlage IVc.

§ 3.1.2 Geluid door gemeentewegen, lokale spoorwegen en waterschapswegen

Artikel 3.6 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid door gemeentewegen, waterschapswegen en lokale spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen.

Artikel 3.7 (berekenen: basisgeluidemissie)

De basisgeluidemissie, bedoeld in artikel 3.27, eerste tot en met vijfde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, wordt berekend volgens bijlage IVd en afgerond op één decimaal.

Artikel 3.8 (bepalen: geluid door wegen en spoorwegen)

1. Het geluid door een weg of spoorweg, bedoeld in artikel 3.24 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, wordt bepaald:
   a. voor het geluid door een gemeenteweg of waterschapsweg op een geluidgevoelig gebouw: volgens bijlage IVe;
   b. voor het geluid door een lokale spoorweg die niet bij omgevingsverordening is aangewezen op een geluidgevoelig gebouw: volgens bijlage IVf.

2. In afwijking van artikel 3.4, onder b, worden de waarden van een weg of spoorweg bij de toepassing van artikel 5.78af van het Besluit kwaliteit leefomgeving niet afgerond.

Artikel 3.9 (berekenen: correctie voor wegdektype)

1. Bij het berekenen van het geluid door wegen waarvoor de representatief te achten gemiddelde snelheid van lichte motorvoertuigen als bedoeld in bijlage IVe ten minste 70 km/uur bedraagt wordt:
   a. als het wegdek bestaat uit een van de wegdektypen, bedoeld in het tweede lid, 1 dB in mindering gebracht op de wegdekcorrectie, bedoeld in bijlage IVe; en
   b. als het wegdek bestaat uit een ander wegdektype dan bedoeld onder a, 2 dB in mindering gebracht op de wegdekcorrectie, bedoeld in bijlage IVe.

2. De wegdektypen, bedoeld in het eerste lid, onder a, zijn:
   a. elementenverharding;
   b. zeer open asfalt beton;
   c. tweelaags zeer open asfalt beton, met uitzondering van tweelaags zeer open asfalt beton fijn;
   d. uitgeborsteld beton;
   e. geoptimaliseerd uitgeborsteld beton; en
   f. oppervlakbewerking.

Artikel 3.10 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied worden de geluidbrongegevens gebruikt behorende bij de basisgeluidemissie.

Artikel 3.11 (bepalen: geluidbrongegevens gemeentewegen en waterschapswegen)

De geluidbrongegevens zijn voor een gemeenteweg en een waterschapsweg:
a. per etmaalperiode het aantal motorvoertuigen, per categorie als bedoeld in bijlage IVe, onder 2.1, dat gemiddeld over een kalenderjaar per uur op een geluidemissietraject passeert;
b. de per geluidemissietraject representatief te achten gemiddelde snelheid per categorie motorvoertuigen als bedoeld in bijlage IVe, onder 2.1;
c. de geluidbronregisterlijnen van de weg, vastgelegd in x- en y-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting; en
d. het wegdektype per geluidemissietraject.

Artikel 3.12 (bepalen: geluidbrongegevens spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen)

De geluidbrongegevens zijn voor een spoorweg die niet bij omgevingsverordening is aangewezen:
a. per etmaalperiode het aantal locomotieven, treinstellen, rijtuigen of wagens per spoorvoertuigcategorie als bedoeld in bijlage IVf, onder 1.2, dat gemiddeld over een kalenderjaar per uur op een geluidemissietraject passeert met onderscheid naar de maximale snelheid van het type spoorvoertuig;
b. de per geluidemissietraject, per etmaalperiode, representatief te achten snelheid met onderscheid naar doorgaande reizigersspoorvoertuigen, stoppende reizigersspoorvoertuigen en goederenspoorvoertuigen, waarbij wordt aangegeven of het remsysteem is ingeschakeld;
c. de geluidbronregisterlijnen van de spoorweg, vastgelegd in x- en y-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
d. de spoorstaafruwheid, bepaald volgens bijlage IVf;
e. de bovenbouwconstructie per spoor van de spoorweg; en
f. de aanwezigheid van een wissel in een geluidemissietraject.

§ 3.1.3 Geluid door rijkswegen, provinciale wegen, hoofdspoorwegen en lokale spoorwegen die bij omgevingsverordening zijn aangewezen

Artikel 3.13 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid door rijkswegen, provinciale wegen, hoofdspoorwegen en lokale spoorwegen die bij omgevingsverordening zijn aangewezen.

Artikel 3.14 (bepalen: geluid door wegen en spoorwegen)

1. Het geluid door wegen en spoorwegen, bedoeld in artikel 3.24 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, wordt bepaald:
   a. voor het geluid door wegen op een geluidgevoelig gebouw: volgens bijlage IVe;
   b. voor het geluid door wegen op een geluidreferentiepunt: volgens bijlage IVg, waarbij de waarde wordt afgerond op één decimaal;
   c. voor het geluid door spoorwegen op een geluidgevoelig gebouw: volgens bijlage IVf; en
   d. voor het geluid door spoorwegen op een geluidreferentiepunt: volgens bijlage IVg, waarbij de waarde wordt afgerond op één decimaal.

2. Bij het bepalen van het geluid door wegen en spoorwegen op een geluidgevoelig gebouw worden de geluidbrongegevens uit het geluidregister gebruikt.

3. In afwijking van het tweede lid kunnen bij het bepalen van het geluid door een weg op een geluidgevoelig gebouw in plaats van de geluidbronregisterlijn ook alleen de bij de geluidbronregisterlijn behorende gegevens worden gebruikt.

4. Bij het bepalen van het geluid door een weg op een geluidgevoelig gebouw of op een geluidreferentiepunt wordt bij volledige benutting van de geluidproductieplafonds de plafondcorrectiewaarde uit het geluidregister opgeteld bij de geluidemissiegetallen L_E, berekend volgens bijlage IVe.

5. Bij het bepalen van het geluid door een spoorweg op een geluidgevoelig gebouw of op een geluidreferentiepunt wordt bij volledige benutting van de geluidproductieplafonds de plafondcorrectiewaarde uit het geluidregister opgeteld bij de geluidemissiegetallen L_E, berekend volgens bijlage IVf.

Artikel 3.15 (bepalen: afbakening gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking worden genomen)

1. Bij het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde voor een weg of spoorweg worden geluidgevoelige gebouwen in aanmerking genomen die liggen binnen het gebied rond een geluidreferentiepunt en dat begrensd wordt volgens het tweede of derde lid.

2. Als de weg of spoorweg waarop het geluidproductieplafond betrekking heeft niet eindigt, wordt het gebied, bedoeld in het eerste lid, begrensd door:
   a. de as van de weg of spoorweg;
   b. twee lijnen loodrecht op de as van de weg of spoorweg en op de halve afstand tot de in de lengterichting van de weg of spoorweg gezien naastliggende geluidreferentiepunten; en
   c. voor:
      1°. rijkswegen en hoofdspoorwegen, in de richting loodrecht op de weg of spoorweg: de afstand waarop het geluid in de situatie zonder maatregelen als bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving naar verwachting niet hoger is dan de standaardwaarde in L_{den}, bedoeld in artikel 3.34 van het Besluit kwaliteit leefomgeving of, als deze afstand meer dan 2 km gemeten vanaf de rand van de weg of de buitenste spoorstaaf van de spoorweg bedraagt: een afstand van 2 km; en
      2°. provinciale wegen en lokale spoorwegen: de begrenzing van het geluidaandachtsgebied of, als deze meer dan 2 km van de weg of spoorweg ligt: de afstand waarop het geluid niet meer toeneemt als gevolg van de vaststelling van het geluidproductieplafond als omgevingswaarde, maar niet meer dan 2 km.

3. Als de weg of spoorweg waarop het geluidproductieplafond betrekking heeft eindigt, wordt het gebied, bedoeld in het eerste lid, begrensd door:
   a. de as van de weg of spoorweg en de lijn in het verlengde daarvan;
   b. een lijn loodrecht op de as van de weg of spoorweg of het verlengde daarvan en op de halve afstand tussen het geluidreferentiepunt en het in de lengterichting van de weg of spoorweg gezien naastliggende geluidreferentiepunt; en
   c. voor:
      1°. rijkswegen en hoofdspoorwegen, in de richting loodrecht op de weg of spoorweg: de afstand waarop het geluid in de situatie zonder maatregelen als bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving naar verwachting niet hoger is dan de standaardwaarde in L_{den}, bedoeld in artikel 3.34 van het Besluit kwaliteit leefomgeving of, als deze afstand meer dan 500 m gemeten vanaf de rand van de weg of de buitenste spoorstaaf van de spoorweg bedraagt: een afstand van 500 m; en
      2°. provinciale wegen en lokale spoorwegen: de begrenzing van het geluidaandachtsgebied of, als deze meer dan 500 m van de weg of spoorweg ligt: de afstand waarop het geluid niet meer toeneemt als gevolg van de vaststelling van het geluidproductieplafond als omgevingswaarde, maar niet meer dan 500 m.

4. In afwijking van het eerste lid worden geluidgevoelige gebouwen binnen het gebied rond een geluidreferentiepunt waarvoor de waarde van het geluidproductieplafond alleen wordt verlaagd als gevolg van maatregelen die zijn vastgesteld op basis van het geluidproductieplafond als omgevingswaarde, bedoeld in het eerste lid, niet in aanmerking genomen.

Artikel 3.16 (correctie voor wegdektype)

Op het bepalen van het geluid door rijkswegen en provinciale wegen is artikel 3.9 van overeenkomstige toepassing.

Artikel 3.17 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied worden de geluidbrongegevens gebruikt behorende bij de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden.

Artikel 3.18 (bepalen: geluidbrongegevens rijkswegen en provinciale wegen)

De geluidbrongegevens zijn voor een rijksweg en een provinciale weg:
a per etmaalperiode het aantal motorvoertuigen, per categorie als bedoeld in bijlage IVe, onder 2.1, dat gemiddeld over een kalenderjaar per uur op een geluidemissietraject passeert;
b. de representatief te achten gemiddelde snelheid per geluidemissietraject per categorie motorvoertuigen als bedoeld in bijlage IVe, onder 2.1;
c. de geluidbronregisterlijnen van de weg, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
d. het wegdektype per geluidemissietraject;
e. de afmetingen en locatie van geluidbeperkende werken of bouwwerken die zijn geplaatst om het geluid door de weg op een geluidgevoelig gebouw te beperken, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
f. de mate van absorptie en de profielafhankelijke correctieterm van geluidbeperkende werken of bouwwerken als bedoeld onder e en of het om een middenbermscherm, een scherm met schermtop of een diffractor gaat;
g. de diffractoreigenschappen in octaafbanden; en
h. de plafondcorrectiewaarde.

Artikel 3.19 (bepalen: geluidbrongegevens spoorwegen)

De geluidbrongegevens zijn voor een spoorweg:
a. per etmaalperiode het aantal locomotieven, treinstellen, rijtuigen of wagens per spoorvoertuigcategorie als bedoeld in bijlage IVf, onder 1.2, dat gemiddeld over een kalenderjaar per uur op een geluidemissietraject passeert met onderscheid naar de maximale snelheid van het type spoorvoertuig;
b. de per geluidemissietraject, per etmaalperiode, representatief te achten snelheid met onderscheid naar doorgaande reizigersspoorvoertuigen, stoppende reizigersspoorvoertuigen en goederenspoorvoertuigen, waarbij wordt aangegeven of het remsysteem is ingeschakeld;
c. de geluidbronregisterlijnen van de spoorweg, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
d. de spoorstaafruwheid, bepaald volgens bijlage IVf;
e. de bovenbouwconstructie per spoor van de spoorweg;
f. de aanwezigheid van een wissel in een geluidemissietraject;
g de afmetingen en locatie van geluidbeperkende werken of bouwwerken die zijn geplaatst om het geluid door de spoorweg op een geluidgevoelig gebouw te beperken, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
h. de mate van absorptie en de profielafhankelijke correctieterm van geluidbeperkende werken of bouwwerken als bedoeld onder g;
i. de plafondcorrectiewaarde; en
j. de in artikel 3.23, eerste lid, onder a en b, genoemde geluidbrongegevens van stilstaande spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen.

§ 3.1.4 Geluid door industrieterreinen

Artikel 3.20 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid door industrieterreinen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn of worden vastgesteld.

Artikel 3.21 (bepalen: geluid door industrieterreinen)

1. Het geluid door industrieterreinen, bedoeld in artikel 3.25 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, wordt bepaald:
   a. op een geluidgevoelig gebouw: volgens bijlage IVh; en
   b. op een geluidreferentiepunt: volgens bijlage IVg, waarbij de waarde wordt afgerond op één decimaal.

2. Bij het bepalen van het geluid door een industrieterrein op een geluidgevoelig gebouw worden de geluidbrongegevens uit het geluidregister gebruikt.

Artikel 3.22 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied van een industrieterrein worden de geluidbrongegevens gebruikt behorende bij de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden.

Artikel 3.23 (bepalen: geluidbrongegevens industrieterreinen)

1. De geluidbrongegevens zijn voor een industrieterrein:
   a. het immissierelevante geluidvermogen, bedoeld in paragraaf 2.3 van bijlage IVh, van een geluidbron met een bedrijfsduurcorrectie volgens de jaargemiddelde bedrijfssituatie, bedoeld in hoofdstuk 5 van bijlage IVh;
   b. de locatie van de geluidbron, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
   c. de hoogte van het maaiveld van de locatie van de geluidbron;
   d. de afmetingen, locatie en eigenschappen van voor de geluidoverdracht relevante objecten binnen het industrieterrein, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting; en
   e. de luchtabsorptiecoëfficiënten, als van de luchtabsorptiecoëfficiënten uit bijlage IVh, tabel 3.1, is afgeweken.

§ 3.1.5 Gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid

Artikel 3.24 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid op een geluidgevoelig gebouw.

Artikel 3.25 (berekenen: gecumuleerd geluid)

1. Het gecumuleerde geluid wordt berekend door eerst het geluid door de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen om te rekenen naar het geluid door wegen dat evenveel hinder veroorzaakt en dan het gecumuleerde geluid te berekenen volgens de formule uit het vierde lid.

2. Het geluid door wegen, spoorwegen, industrieterreinen, windturbines en schietbanen wordt omgerekend naar het geluid door wegen dat evenveel hinder veroorzaakt, volgens de formules:
   a. voor wegen: $L^*_{VL} = 1{,}00 \cdot L_{VL} + 0{,}00$;
   b. voor spoorwegen: $L^*_{RL} = 0{,}0192 \cdot {L_{RL}}^2 - 1{,}3715 \cdot L_{RL} + 65{,}05$;
   c. voor industrieterreinen: $L^*_{IL} = 0{,}0146 \cdot {L_{IL}}^2 - 0{,}5802 \cdot L_{IL} + 45{,}024$;
   d. voor windturbines: $L^*_{WT} = 0.0388 \cdot {L_{WT}}^2 - 2{,}063 \cdot L_{WT} + 67{,}673$; en
   e. voor schietbanen: $L^*_{SG} = 1{,}00 \cdot L_{SG} + 0{,}00$,
   waarbij:
   L_{VL}, L_{RL}, L_{IL} en L_{WT} worden uitgedrukt in L_{den} en L_{SG} wordt uitgedrukt in $B_{S,dan}$.

3. Vanaf een bij ministerieel besluit te bepalen tijdstip wordt het geluid door luchtvaart omgerekend naar het geluid door wegen dat evenveel hinder veroorzaakt, volgens de formule:

   $$L^*_{LL} = -0{,}0095 \cdot {L_{LL}}^2 + 2{,}165 \cdot L_{LL} - 17{,}489$$

   waarbij: L_{LL} wordt uitgedrukt in L_{den}.

4. Het gecumuleerde geluid L_{cum} wordt berekend volgens de formule:

   $$L_{CUM} = 10 \cdot lg\left(\sum_{n}^{N} 10^{L^*_n/10}\right)$$

   waarbij gesommeerd wordt over alle *N* betrokken geluidbronnen en de index *n* staat voor de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen, bedoeld in het eerste lid of, als geluid door andere geluidbronnen wordt betrokken, het geluid door die geluidbronnen.

Artikel 3.26 (berekenen: gezamenlijk geluid)

1. Het gezamenlijke geluid wordt berekend door het geluid door de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen op te tellen volgens de formule:

$$L_g = 10 \cdot lg\left(\sum_k 10^{L_k/10}\right)$$

waarbij wordt verstaan onder:
L_g: gezamenlijk geluid; en
k: geluid door de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen.

2. Als bij het bepalen van de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie van een geluidgevoelige ruimte, bedoeld in artikel 3.53, tweede lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheid van NEN 5077 om afwijkende spectra te gebruiken, wordt ook het gezamenlijk geluid per octaafbandindex berekend volgens de formule:

$$L_{g_i} = 10 \cdot lg\left(\sum_k 10^{L_{k_i}/10}\right)$$

waarbij wordt verstaan onder:
i: octaafbandindex; en
k: geluid door de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen.

Artikel 3.27 (berekenen: gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid)

1. Bij het berekenen van het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid worden bij het berekenen van het geluid door luchtvaart, windturbines, buitenschietbanen en springterreinen als bedoeld in artikel 3.38, derde lid, onder b, c en d, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, de geluidbrongegevens uit het geluidregister gebruikt.

2. In afwijking van artikel 3.4, onder b, worden de waarden van het geluid door de geluidbronsoorten en andere geluidbronnen, bedoeld in de artikelen 3.25, eerste lid, en 3.26, eerste lid niet afgerond.

Artikel 3.28 (bepalen: geluidbrongegevens windturbine bij gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid)

Voor de toepassing van de artikelen 3.25, 3.26 en 3.27 zijn de geluidbrongegevens voor een windturbine:
a. de emissieterm L_E, bedoeld in paragraaf 2.4.1 van bijlage IVi, van een windturbine;
b. de locatie van het middelpunt van de rotor, vastgelegd in x-, y- en z-coördinaten, uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting; en
c. de ashoogte in meters ten opzichte van het maaiveld.

§ 3.1.6 Maatregelpunten en geluidbeperkende maatregelen

Artikel 3.29 (bepalen: maatregelpunten en geluidbeperkende maatregelen)

1. Het aantal maatregelpunten als bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving wordt bepaald volgens bijlage IVj, tabellen 1 en 2.

2. De maatregelpunten omvatten het totaal van de maatregelpunten van bestaande en nieuw te treffen geluidbeperkende maatregelen waarvoor maatregelpunten gelden, ten opzichte van een weg of spoorweg in de situatie zonder maatregelen, bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

3. Bij het toepassen van tabel 2 van bijlage IVj wordt de hoogte van een geluidscherm of geluidwal bepaald ten opzichte van de bovenkant van het spoor of de kantstreep van de weg aan de zijde van het scherm.

4. De maatregelen, bedoeld in bijlage IVj, tabel 3, zijn geluidbeperkende maatregelen als bedoeld in artikel 3.49, vijfde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, waarvan de financiële doelmatigheid wordt bepaald door de werkelijke kosten van aanleg en onderhoud van die maatregel af te wegen tegen de geluidreductie die door de maatregel wordt bereikt en de daaruit voortvloeiende waarde van het geluid.

G

Paragraaf 6.2.1 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

§ 6.2.1 Geluid

Artikel 6.4 (toepassingsbereik)

~~Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid door een activiteit, anders dan het wonen, op een geluidgevoelig gebouw, in geluidgevoelige ruimten binnen een in- en aanpandig geluidgevoelig gebouw en op een locatie die dichter bij de activiteit is gelegen als bedoeld in artikel 5.69 van het Besluit kwaliteit leefomgeving.~~

Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid door een activiteit, anders dan het wonen, met uitzondering van het geluid door spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen en doorgaand verkeer op wegen, vaarwegen en spoorwegen:

a. op een geluidgevoelig gebouw;
b. in geluidgevoelige ruimten binnen een in- of aanpandig geluidgevoelig gebouw; en
c. op een locatie die dichter bij de activiteit is gelegen dan de gevel, locatie of begrenzing als bedoeld in artikel 5.69 van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

Artikel 6.5 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald)

1. Het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald op een of ~~meerdere~~meer punten waar het geluid representatief is en dat ligt:
   a. als het gaat om een geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de gevel, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag;
   b. als het gaat om een nieuw te bouwen geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de locatie waar een gevel mag komen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag die gebouwd mag worden; ~~en~~
   c. als het gaat om een ~~woonschip of~~ woonwagen: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van ~~het woonschip of~~ de woonwagen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag~~.~~; en
   d. als het gaat om een woonschip: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van het woonschip op 1 m boven het maaiveld.

2. In het eerste lid wordt onder woonschip verstaan: drijvend bouwwerk met een woonfunctie op een locatie die in het omgevingsplan is aangewezen als een ligplaats voor een woonschip.

Artikel 6.6 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan specifieke activiteiten, op een geluidgevoelig gebouw of op een andere locatie)

1. ~~Op het bepalen van het geluid door een activiteit waarvoor een omgevingsplan een waarde als bedoeld in artikel 5.65, eerste lid, onder a, tweede, derde of vierde lid, 5.66, eerste lid, of 5.67 van het Besluit kwaliteit leefomgeving bevat, is de Handleiding meten en rekenen industrielawaai van toepassing.~~

   Het geluid door een activiteit wordt bepaald volgens bijlage IVh als sprake is van:
   a. een activiteit waarvoor een omgevingsplan een waarde als bedoeld in artikel 5.65, eerste lid, onder a, tweede, derde of vierde lid, 5.66, eerste lid, of 5.67 van het Besluit kwaliteit leefomgeving bevat; of
   b. een activiteit waarvoor een omgevingsplan een waarde bevat gericht op het voldoen aan de geluidproductieplafonds die als omgevingswaarden zijn vastgesteld voor een industrieterrein.

2. De bedrijfsduurcorrectie, bedoeld in ~~de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh, wordt niet toegepast voor muziek.

3. In afwijking van het eerste lid wordt het geluid door een schietbaan die ligt in een gebouw zonder open zijden en met een gesloten afdekking bepaald volgens bijlage XXIV.

4. Bij het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

45. Bij het bepalen van het geluid worden het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ en het maximale geluidniveau L_{Amax} afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbij gelegen even getal.

Artikel 6.7 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen)

~~Op het bepalen van het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen zijn NEN 5077 en NEN 12354-3 van toepassing.~~

1. Op het bepalen van het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen zijn NEN 5077 en NEN 12354-3 van toepassing.

2. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

Artikel 6.8 (berekenen: geluid door een windturbine of windpark)

1. Het geluid door het opwekken van elektriciteit met een windturbine of windpark waarvoor een omgevingsplan een waarde als bedoeld in artikel 5.74, eerste of tweede lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving bevat, wordt berekend volgens bijlage ~~XXV~~IVi.

2. ~~Als~~Op het berekenen van het gecumuleerde geluid door het opwekken van elektriciteit met een windturbine of windpark ~~wordt verricht~~ in combinatie met een andere activiteit, ~~wordt het gecumuleerde geluid berekend volgens bijlage XXVI~~is artikel 3.25 van toepassing.

3. Bij het berekenen worden de waarden in dB L_{den}, dB L_{night} en dB L_{cum} afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbijgelegen even getal.

4. Bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

Artikel 6.9 (berekenen: geluid door civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen)

1. Het geluid door het exploiteren van een in de buitenlucht of in een gebouw zonder gesloten afdekking of met een open zijde gelegen civiele of militaire schietbaan of militair springterrein, waarvoor een omgevingsplan een waarde als bedoeld in artikel 5.76, tweede of derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving bevat, wordt berekend volgens bijlage XXVII.

2. In afwijking van het eerste lid kan het geluid door het exploiteren van een civiele schietbaan, als het gaat om een ~~kleiduivenbaan~~kleiduivenschietbaan of een schermenbaan voor het toepassingsgebied, bedoeld in bijlage XXVIII, ook volgens die bijlage worden berekend.

3. Bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

H

Artikel 8.14 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 8.14 (berekenen: afronding)

1. Na toepassing van de artikelen 8.12 en 8.13 wordt de berekende concentratie of het berekende aantal overschrijdingen afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbijgelegen even getal.

2. In afwijking van het eerste lid wordt afgerond ~~naar~~op één ~~cijfer achter de komma~~decimaal, als het gaat om het berekenen van een verhoging van de kalenderjaargemiddelde concentratie in de buitenlucht van stikstofdioxide of PM_{10} van 1,2 µg/m^3 of minder als bedoeld in artikel 5.53, eerste lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

I

Subparagraaf 8.2.3.2 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

§ 8.2.3.2 Geluid

Artikel 8.20 (toepassingsbereik)

~~Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid op geluidgevoelige gebouwen, in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen en op een locatie die dichter bij de activiteit is gelegen als bedoeld in artikel 5.69 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, bij het toelaten van:~~

~~a. een activiteit als bedoeld in artikel 5.55, eerste lid, onder a, van het Besluit kwaliteit leefomgeving; en~~

~~b. een geluidgevoelig gebouw waarop geluid wordt veroorzaakt door een activiteit als bedoeld onder a.~~

1. Deze paragraaf is van toepassing op het bepalen van het geluid bij het toelaten van:
   a. een activiteit als bedoeld in artikel 5.55, eerste lid, onder a, van het Besluit kwaliteit leefomgeving; en
   b. een geluidgevoelig gebouw waarop geluid wordt veroorzaakt door een activiteit als bedoeld onder a.

2. Bij het bepalen van het geluid, bedoeld in het eerste lid, gaat het om het geluid:
   a. op een geluidgevoelig gebouw;
   b. in geluidgevoelige ruimten binnen een in- of aanpandig geluidgevoelig gebouw;
   c. op een locatie die dichter bij de activiteit is gelegen dan de gevel, locatie of begrenzing als bedoeld in artikel 5.69 van het Besluit kwaliteit leefomgeving; en
   d. op een afstand van 50 m vanaf de begrenzing van de locatie waar de activiteit wordt verricht.

Artikel 8.21 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald)

1. Het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald op een of ~~meerdere~~meer punten waar het geluid representatief is en dat ligt:
   a. als het gaat om een geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de gevel, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag;
   b. als het gaat om een nieuw te bouwen geluidgevoelig gebouw, anders dan een woonschip of woonwagen: op de locatie waar een gevel mag komen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag die gebouwd mag worden; ~~en~~
   c. als het gaat om een ~~woonschip of~~ woonwagen: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van ~~het woonschip~~de woonwagen, op twee derde van de hoogte van een bouwlaag~~.~~; en
   d. als het gaat om een woonschip: op de begrenzing van de locatie voor het plaatsen van het woonschip op 1 m boven het maaiveld.

2. In het eerste lid wordt onder woonschip verstaan: drijvend bouwwerk met een woonfunctie op een locatie die in het omgevingsplan is aangewezen als een ligplaats voor een woonschip.

Artikel 8.22 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, op een geluidgevoelig gebouw)

1. ~~Op het bepalen van het~~Het geluid door een activiteit als bedoeld in artikel 5.63 van het Besluit kwaliteit leefomgeving ~~op een geluidgevoelig gebouw, is de Handleiding meten en rekenen industrielawaai van toepassing~~wordt bepaald volgens bijlage IVh.

2. De bedrijfsduurcorrectie, bedoeld in ~~de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh, wordt niet toegepast voor muziek.

3. In afwijking van het eerste lid wordt het geluid door een schietbaan die ligt in een gebouw zonder open zijden en met een gesloten afdekking bepaald volgens bijlage XXIV.

4. Bij het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

~~4~~5. Bij het bepalen van het geluid~~, bedoeld in het eerste en derde lid,~~ worden het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ en het maximale geluidniveau L_{Amax} afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbijgelegen even getal.

Artikel 8.23 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen)

~~Op het bepalen van het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen zijn NEN 5077 en NEN 12354-3 van toepassing.~~

1. Op het bepalen van het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen zijn NEN 5077 en NEN 12354-3 van toepassing.

2. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

Artikel 8.24 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen niet in- of aanpandige geluidgevoelige gebouwen)

~~Het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen geluidgevoelige gebouwen, anders dan binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen, wordt bepaald door het geluid op de gevel te verminderen met de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie, bepaald volgens NEN 5077 of NEN-EN-ISO 12354-3.~~

1. Het geluid in geluidgevoelige ruimten binnen geluidgevoelige gebouwen, anders dan binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen, wordt bepaald door het geluid op de gevel te verminderen met de karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie, bepaald volgens NEN 5077 of NEN-EN-ISO 12354-3.

2. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

Artikel 8.25 (berekenen: geluid door een windturbine of windpark)

1. Het geluid door het opwekken van elektriciteit met een windturbine of windpark op een geluidgevoelig gebouw wordt berekend volgens bijlage ~~XXV~~IVi.

2. De windsnelheid op ashoogte kan in afwijking van paragraaf 2.3.2 van bijlage ~~XXV~~IVi met een andere methode worden bepaald, als deze een gelijkwaardige nauwkeurigheid heeft of nauwkeuriger is.

3. ~~Als~~Op het berekenen van het gecumuleerde geluid door het opwekken van elektriciteit met een windturbine of windpark ~~wordt verricht~~ in combinatie met een andere activiteit, ~~wordt het gecumuleerde geluid berekend volgens bijlage XXVI~~is artikel 3.25 van toepassing.

4. Bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

~~4~~5. Bij het berekenen worden de waarden in dB L_{den}, dB L_{night} en dB L_{cum} afgerond op hele getallen, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het meest dichtbijgelegen even getal.

Artikel 8.26 (berekenen: geluid door civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen)

1. Het geluid door het exploiteren van een in de buitenlucht of in een gebouw zonder gesloten afdekking of met een open zijde gelegen civiele of militaire schietbaan of militair springterrein wordt berekend volgens bijlage XXVII.

2. In afwijking van het eerste lid kan het geluid door het exploiteren van een in de buitenlucht of in een gebouw zonder gesloten afdekking of met een open zijde gelegen civiele schietbaan, als het gaat om een ~~kleiduivenbaan~~kleiduivenschietbaan of een schermenbaan als bedoeld in het toepassingsbereik van bijlage XXVIII, ook worden berekend volgens die bijlage.

3. Bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw wordt het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing gelaten.

Artikel 8.26a (bepalen: geluid wegen, spoorwegen, industrieterreinen en gecumuleerd geluid)

1. Op het bepalen van het geluid door industrieterreinen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld en het geluid door wegen en spoorwegen zijn de paragrafen 3.1.1 tot en met 3.1.4 van toepassing.

2. Op het berekenen van het gecumuleerde geluid zijn de artikelen 3.25, 3.27 en 3.28 van toepassing.

Artikel 8.26b (afbakening gebied waarbinnen het geluid door een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg wordt bepaald)

Bij het vaststellen van een omgevingsplan dat de aanleg of wijziging van een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg of de wijziging van het gebruik van een lokale spoorweg toelaat, wordt het geluid bepaald op geluidgevoelige gebouwen waar de standaardwaarde, bedoeld in artikel 3.34 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, verminderd met 10 dB, naar redelijke verwachting wordt overschreden wanneer alleen het geluid wordt betrokken van de nieuwe weg of spoorweg, het te wijzigen deel van de weg of spoorweg of het deel van de spoorweg waarvan het gebruik wordt gewijzigd.

J

Subparagraaf 12.2.3.1 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

§ 12.2.3.1 ~~Gegevensverzameling~~Monitoring en gegevensverzameling geluidbelasting

Artikel 12.71a (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op het berekenen van de geluidbelasting L_{den} en de geluidbelasting L_{night} bij het vaststellen van geluidbelastingkaarten als bedoeld in artikel ~~10.24~~11.53 van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

Artikel 12.71b (methode berekenen geluidbelasting)

Op het berekenen van de geluidbelasting Lden en de geluidbelasting L_{night} is van toepassing:
a. voor geluidbelasting afkomstig van wegen en spoorwegen: de ~~reken~~meet- en ~~meetmethoden~~rekenmethoden opgenomen in bijlage XXXIII;
b. voor geluidbelasting afkomstig van activiteiten of een samenstel van activiteiten: de ~~reken~~meet- en ~~meetmethoden~~rekenmethoden opgenomen in bijlage XXXIII; en
c. voor geluidbelasting afkomstig van luchthavens: de hoofdstukken 2.6 tot en met 4 van de bijlage Bepalingsmethoden voor de geluidsbelastingsindicatoren bij Richtlijn 2015/996/EU van de Commissie van 19 mei 2015 tot vaststelling van gemeenschappelijke bepalingsmethoden voor lawaai overeenkomstig Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2012 inzake de evaluatie en beheersing van omgevingslawaai (PbEU 2015, L 168).

Artikel 12.71c (berekenen: geluid op geluidreferentiepunten voor monitoring)

1. Op het berekenen van het geluid op geluidreferentiepunten, bedoeld in artikel 11.45 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, zijn de artikelen 3.14, eerste lid, aanhef en onder b en d, vierde en vijfde lid, 3.16 en 3.21, eerste lid, aanhef en onder b, van toepassing.

2. Het geluid wordt bepaald over een kalenderjaar.

Artikel 12.71d (bepalen: geluidemissie in L_{den} en verschil tussen geluidemissie in L_{den} en basisgeluidemissie)

1. De geluidemissie in L_{den}, bedoeld in artikel 11.47, eerste lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, van gemeentewegen, waterschapswegen en lokale spoorwegen, voor zover deze niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen, in een kalenderjaar wordt berekend volgens bijlage IVd en afgerond op één decimaal.

2. Bij het schatten van het verschil tussen de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie wordt de geluidemissie in L_{den} geacht niet hoger te zijn dan de basisgeluidemissie vermeerderd met 1,5 dB, als wordt onderbouwd dat het verkeer in het kalenderjaar per categorie motorvoertuigen als bedoeld in bijlage IVe met minder dan 40% is toegenomen ten opzichte van de basisgeluidemissie bij omstandigheden die voor de geluidemissie gelijkwaardig of beter zijn. Bij die onderbouwing worden in ieder geval de wegverharding, samenstelling van het verkeer en maximumsnelheid meegenomen.

3. Als geen ruimtelijke ontwikkelingen, veranderingen aan de infrastructuur of veranderingen in verkeersstromen hebben plaatsgevonden, kan in afwijking van het tweede lid, in plaats van een onderbouwing een kwalitatieve beschrijving worden gegeven.

Artikel 12.71e (Informatiemodel Geluid)

Gegevens voor het geluidregister worden aangeleverd met het Informatiemodel Geluid.

Artikel 12.71f (coördinaten geluidreferentiepunt)

In het geluidregister is de ligging van het geluidreferentiepunt, bedoeld in artikel 11.51, derde lid, onder a, onder 3°, van het Besluit kwaliteit leefomgeving uitgedrukt in coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting.

K

Artikel 12.72 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.72 (geluidbelastingkaarten algemeen)

1. Een geluidbelastingkaart bestaat in ieder geval uit tabellen en uit een of meer geografische kaarten en bevat een overzicht van de belangrijkste punten van die kaart.

2. De tabellen worden ingedeeld in de volgende geluidbelastingklassen:
   a. voor geluidbelasting L_{den}: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, en groter dan of gelijk aan 75 dB; en
   b. voor geluidbelasting L_{night}: 50–54, 55–59, 60–64, 65–69, en groter dan of gelijk aan 70 dB.

3. Een geografische kaart bevat een legenda waarin wordt verklaard hoe de informatie op die kaart is weergegeven.

4. Geografische kaarten voor de luchthavens, bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, tweede en derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, worden weergegeven op een schaal van 1:50.000.

L

Artikel 12.73 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.73 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op geluidbelastingkaarten als bedoeld in artikel ~~10.24~~11.54, eerste lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving voor een agglomeratie als bedoeld in artikel 2.40.

M

Artikel 12.74 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.74 (geluidbelastingkaarten voor agglomeraties: tabellen)

1. In de tabellen van een geluidbelastingkaart voor een agglomeratie worden per geluidbelastingklasse weergegeven:
   a. het aantal geluidgevoelige gebouwen dat is blootgesteld aan:
      1°. een geluidbelasting L_{den} die groter is dan, of gelijk is aan 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
      2°. een geluidbelasting L_{night} die groter is dan, of gelijk is aan 50, 55, 60, 65 en 70 dB;

b. het aantal bewoners van de geluidgevoelige gebouwen, bedoeld onder a, die woningen zijn; en
c. voor zover beschikbaar, het aantal woningen dat op grond van de wet, de Wet milieubeheer, de Wet geluidhinder, de Woningwet of de Wet luchtvaart is voorzien van extra geluidwering.

2. Het aantal bewoners, bedoeld in het eerste lid, onder b, wordt bepaald overeenkomstig de gemiddelde huishoudengrootte volgens de meest recente publicatie van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

3. De aantallen, bedoeld in het eerste lid, onder a en b, worden afgerond op honderdtallen.

N

Artikel 12.76 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.76 (verbeelding van wegen en spoorwegen op geografische kaarten)

Wegen en spoorwegen als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, eerste lid, onder a, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van:
a. de ligging van de wegen en spoorwegen;
b. de geluidbelasting L_{den} en geluidbelasting L_{night} door de betrokken categorie van geluidbronnen, door:
   1°. contouren, die liggen binnen de gemeente, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{den} van 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
   2°. contouren, die liggen binnen de gemeente, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{night} van 50, 55, 60, 65 en 70 dB; en
c. de geluidgevoelige gebouwen die liggen binnen de contouren, bedoeld onder b.

O

Artikel 12.77 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.77 (verbeelding van luchthavens op geografische kaarten)

1. Luchthavens als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, eerste lid, onder b, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van:
   a. de ligging van de luchthaven;
   b. een beperkingengebied als bedoeld in hoofdstuk 8 of artikel 10.17 van de Wet luchtvaart;
   c. de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting door de luchthaven, door:
      1°. contouren, die liggen buiten de luchthaven, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{den} van 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
      2°. contouren, die liggen buiten de luchthaven, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{night} van 50, 55, 60, 65 en 70 dB; en
   d. de geluidgevoelige gebouwen die liggen binnen de contouren, bedoeld onder c.

2. De luchthaven Schiphol wordt op geografische kaarten verbeeld door verbeelding van:
   a. de ligging van de luchthaven;
   b. de waarde of waarden van de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting;
   c. de punten buiten de luchthaven waar de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting door de luchthaven is bepaald; en
   d. de geluidgevoelige gebouwen die de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting door de luchthaven ondervinden.

P

Artikel 12.78 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.78 (verbeelding van activiteiten op industrieterreinen op geografische kaarten)

Activiteiten op industrieterreinen als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, eerste lid, onder c, onder 1°, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van:

a. de grenzen van het industrieterrein;
b. ~~de zone~~het geluidaandachtsgebied rond ~~het~~een industrieterrein~~,~~ vastgesteld op grond van artikel ~~40~~3.31 van ~~de Wet geluidhinder~~het Besluit kwaliteit leefomgeving;
c. de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting door de gezamenlijke activiteiten op het industrieterrein, door:
   1°. contouren, die liggen buiten het industrieterrein, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{den} van 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
   2°. contouren, die liggen buiten het industrieterrein, die overeenkomen met een geluidbelasting L_{night} van 50, 55, 60, 65 en 70 dB; en
d. de geluidgevoelige gebouwen die liggen binnen de contouren, bedoeld onder c.

Q

Artikel 12.79 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

Artikel 12.79 (verbeelding van activiteiten in gebieden met een hogere waarde voor geluid op geografische kaarten)

Activiteiten in gebieden waarvoor in het omgevingsplan een hogere waarde voor het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ van geluid is vastgesteld als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, eerste lid, onder c, onder 2°, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van:

a. de grenzen van het gebied waarvoor een hogere waarde is vastgesteld;
b. de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting L_{den} en geluidbelasting L_{night} door de activiteiten op omliggende geluidgevoelige gebouwen; en
c. de geluidgevoelige gebouwen die liggen binnen het gebied, bedoeld onder a.

R

Subsubparagraaf 12.2.3.2.3 wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

§ 12.2.3.2.3 Geluidbelastingkaarten voor belangrijke wegen, spoorwegen en luchthavens

Artikel 12.81 (toepassingsbereik)

Deze paragraaf is van toepassing op geluidbelastingkaarten voor wegen, spoorwegen en luchthavens als bedoeld in artikel ~~10.24~~11.54, tweede en derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

Artikel 12.82 (geluidbelastingkaarten voor belangrijke wegen, belangrijke spoorwegen en belangrijke luchthavens: tabellen)

1. In de tabellen van een geluidbelastingkaart worden per geluidbelastingklasse en, als het wegen of spoorwegen als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, tweede en derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving betreft, per gemeente, weergegeven:
   a. het aantal geluidgevoelige gebouwen buiten agglomeraties als bedoeld in artikel 2.40 dat is blootgesteld aan:
      1°. een geluidbelasting L_{den} die groter is dan, of gelijk is aan 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
      2°. een geluidbelasting L_{night} die groter is dan, of gelijk is aan 50, 55, 60, 65 en 70 dB;
   b. het aantal bewoners van de geluidgevoelige gebouwen, bedoeld onder a, die woningen zijn;
   c. voor zover beschikbaar, een opgave van het aantal woningen dat op grond van de wet, de Wet milieubeheer, de Wet geluidhinder, de Woningwet of de Wet luchtvaart is voorzien van extra geluidwering; en
   d. een opgave van de totale oppervlakte in km^2 die is blootgesteld aan een geluidbelasting L_{den} die hoger is dan 55, 65 en 75 dB.

2. Het aantal bewoners, bedoeld in het eerste lid, onder b, wordt bepaald overeenkomstig de gemiddelde huishoudengrootte volgens de meest recente publicatie van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

3. De aantallen, bedoeld in het eerste lid, onder a en b, worden afgerond op honderdtallen.

4. Als een geluidbelastingkaart wordt vastgesteld voor twee of meer wegen of voor twee of meer spoorwegen als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, tweede en derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, kunnen de gegevens, bedoeld in het eerste lid, worden aangegeven voor de gezamenlijke wegen of spoorwegen.

Artikel 12.83 (verbeelding van belangrijke wegen, spoorwegen en luchthavens op geografische kaarten)

Wegen, spoorwegen en luchthavens als bedoeld in artikel ~~10.23~~11.50, tweede en derde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van:
a. de ligging van de betrokken weg, spoorweg of luchthaven met het banenstelsel;
b. de geluidbelasting door de betrokken weg, spoorweg of luchthaven, aangegeven door:
   1°. contouren die overeenkomen met een geluidbelasting L_{den} van 55, 60, 65, 70 en 75 dB; en
   2°. contouren die overeenkomen met een geluidbelasting L_{night} van 50, 55, 60, 65 en 70 dB;
c. de geluidgevoelige gebouwen die liggen binnen de contouren, bedoeld onder b;
d. de gemeentegrenzen binnen de contouren, bedoeld onder b;
e. de grenzen van agglomeraties binnen de contouren, bedoeld onder b; en
f. de grenzen van de stille gebieden, bedoeld in de artikelen 4.23, tweede lid, en 4.24, tweede lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, voor zover deze liggen:
   1°. nabij de betrokken luchthaven; of
   2°. binnen een afstand van 2,5 km tot de betrokken weg of spoorweg, gemeten vanaf de buitenste begrenzing van de buitenste rijstrook respectievelijk de buitenste spoorstaaf.

S

Na artikel 17.1a worden twee artikelen ingevoegd, luidende:

Artikel 17.2 (overgangsrecht formulier te saneren gebouwen)

De lijst met vanwege het geluid te saneren gebouwen, bedoeld in artikel 15.2 van het Omgevingsbesluit, wordt vastgesteld volgens het formulier 'Formulier saneringslijst', beschikbaar gesteld op www.bureausaneringverkeerslawaai.nl.

Artikel 17.3 (overgangsrecht: rekenformule luchtvaartgeluid bij berekenen gecumuleerd geluid)

Tot het tijdstip, bedoeld in artikel 3.25, derde lid, wordt het geluid door luchtvaart omgerekend naar het geluid door wegen dat evenveel hinder veroorzaakt, volgens de formule: $L_{LL}^{*} = 0{,}98 \cdot L_{LL} + 7{,}03.$

T

Bijlage I wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE I BIJ ARTIKEL 1.1 VAN DEZE REGELING (BEGRIPSBEPALINGEN)

Voor de toepassing van deze regeling wordt verstaan onder:

airconditioningsysteemdeskundige:	persoon die in het bezit is van een diploma EPBD A-airconditioningsystemen of een diploma EPBD B-airconditioningsystemen;
ANP:	Algemeen Nederlands Persbureau;
bewijs van vakbekwaamheid erkende energielabeldeskundige woningbouw:	diploma dat wordt afgegeven aan degene die blijkens een examen voldoet aan de in bijlage XIII opgenomen eisen;
bouwkosten:	a. aannemingssom exclusief omzetbelasting, bedoeld in paragraaf 1, eerste lid, van het Besluit vaststelling Uniforme administratieve voorwaarden voor de uitvoering van werken en van technische installatiewerken 2012, voor het uit te voeren werk, b. voor zover een aannemingssom ontbreekt: een raming van de bouwkosten exclusief omzetbelasting; of c. als het bouwen geheel of gedeeltelijk door zelfwerkzaamheid geschiedt: de prijs die aan een derde in het economisch verkeer zou moeten worden betaald voor het bouwen van het bouwwerk waarop de aanvraag betrekking heeft;
bovenbouwconstructie:	samenstel van onderdelen voor het dragen en geleiden van spoorvoertuigen;
civiele en cultuurtechniek:	werkzaamheden als bedoeld in bijlage IV, onder a, b en c, bij het Omgevingsbesluit, met uitzondering van het saneren van de bodem als bedoeld in bijlage I bij het Besluit activiteiten leefomgeving, ook als het voorzieningen als bedoeld in artikel 12.2, tweede lid, onder b, van de wet betreft;
complexiteitsfactor grondexploitatie:	percentage waarmee de kosten van in bijlage XXXV specifiek aangeduide producten of activiteiten of onderdelen daarvan worden verlaagd of verhoogd als een omgevingsplan door een samenspel van kenmerken een relatief eenvoudig respectievelijk ingewikkeld karakter heeft;
diploma EPBD B-airconditioningsystemen:	diploma dat wordt afgegeven aan degene die blijkens een examen voldoet aan de in bijlage XVIII opgenomen eisen;
energie-index:	cijfer dat het energiegebruik aangeeft op basis van de hoeveelheid energie die nodig wordt geacht voor de verschillende behoeften die verband houden met een gestandaardiseerd gebruik van een gebouw;
energielabelplichtige:	degene die op grond van artikel 6.27, eerste tot en met vierde lid, van het Besluit bouwwerken leefomgeving verplicht is een energielabel voor een woning beschikbaar te stellen of aanwezig te hebben;
energieprestatiecoëfficiënt:	energieprestatiecoëfficiënt als bedoeld in artikel 4.149 van het Besluit bouwwerken leefomgeving;
erkende energielabeldeskundige:	persoon die in het bezit is van een geldig bewijs van vakbekwaamheid erkende energielabeldeskundige woningbouw;
etmaalperiode:	een van de volgende drie perioden: dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur en nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur;
examen airconditioningsysteemdeskundige:	examen om een diploma EPBD A-airconditioningsystemen of een diploma EPBD B-airconditioningsystemen te behalen;

examen energielabeldeskundige:	examen om een bewijs van vakbekwaamheid erkende energielabeldeskundige woningbouw te behalen;
exameninstelling voor airconditioningsysteemdeskundige:	instelling, bedoeld in artikel 5.25, eerste lid;
exameninstelling voor energielabeldeskundigen:	instelling, bedoeld in artikel 5.12, eerste lid;
exploitatiedeelgebied:	deel van het exploitatiegebied waarin de werkzaamheden niet gelijktijdig met die in een aangrenzend deel van het exploitatiegebied plaatsvinden;
exploitatielooptijd:	periode van voorbereiding van het omgevingsplan tot en met het einde van de in de exploitatieregels of exploitatievoorschriften bepaalde periode van uitvoering van de grondexploitatie;
geluidbronregisterlijn:	lijn boven een gedeelte van een weg of spoorweg die gebruikt wordt als rijlijn als bedoeld in de bijlagen IVe en IVg of bronlijn als bedoeld in de bijlagen IVf en IVg, bij het bepalen van het geluid op een referentiepunt volgens bijlage IVg of de basisgeluidemissie en geluidemissie in L_{den} volgens bijlage IVd;
geluidemissiegetal (L_E):	het jaargemiddelde geluidvermogen dat door het gezamenlijk verkeer op een gedeelte van een weg of spoorweg wordt uitgestraald per octaafband per beoordelingsperiode;
geluidemissietraject:	deel van een weg of spoorweg, bepaald volgens bijlage IVe of IVf, waarover de geluidemissie van motorvoertuiggeluid of spoorvoertuiggeluid min of meer constant kan worden verondersteld;
GGD:	Gemeentelijke Gezondheidsdienst;
invloedsfactor grondexploitatie:	percentage waarmee de kosten van in bijlage XXXIV specifiek aangeduide producten of activiteiten of onderdelen daarvan worden verlaagd of verhoogd als sprake is van een omstandigheid die leidt tot relatief lagere respectievelijk hogere plankosten;
ISSO:	publicatie die door het Kennisinstituut voor de Installatiesector is uitgegeven;
klasse 1 airconditioningsystemen:	airconditioningsystemen met een totaal, op gebouwniveau, opgesteld nominaal koelvermogen van meer dan 12 kW tot en met 45 kW;
klasse 2 airconditioningsystemen:	airconditioningsystemen met een totaal, op gebouwniveau, opgesteld nominaal koelvermogen van meer dan 45 kW tot en met 270 kW;
klasse 3 airconditioningsystemen:	airconditioningsystemen met een totaal, op gebouwniveau, opgesteld nominaal koelvermogen van meer dan 270 kW;
plafondcorrectiewaarde:	getal waarmee de geluidemissie van een daarbij in het geluidregister aangegeven gedeelte van een weg of spoorweg wordt vermeerderd voor het bepalen van het geluid;
plankosten:	kosten als bedoeld in bijlage IV, onder d, f en g, bij het Omgevingsbesluit;
RIVM:	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu;
smog:	een tijdelijk verhoogde concentratie van de stoffen zwaveldioxide, stikstofdioxide, ozon en PM10;

toelaatbare flux:	de toelaatbare maat voor het stoftransport, uitgedrukt in grammen per hectare per jaar, die is weergegeven in bijlage XXXII;
wet:	Omgevingswet.

U

Bijlage II wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE II BIJ ARTIKEL 1.4 VAN DEZE REGELING (UITGAVEN EN VERWIJZINGEN)

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
Algemene Beoordelings-Methodiek	Algemene Beoordelings-Methodiek (ABM), methode ter bepaling van de benodigde saneringsinspanning bij lozingen op basis van stofeigenschappen	2016	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.infomil.nl)	Hoofdstuk 7 van deze regeling
API 1004	Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 & DOT-406 Tank Motor Vehicles	01-01-2003	American Petroleum Institute (www.api.org)	Hoofdstuk 4 Bal
AS SIKB 2000	Accreditatieschema Veldwerk bij Milieuhygiënisch Bodem- en waterbodemonderzoek	Versie 2.8, 07-02-2014, met wijzigingsblad van 01-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
AS SIKB 3000	Accreditatieschema Laboratoriumanalyses voor grond-, grondwater- en waterbodemonderzoek	Versie 7, 23-06-2016	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
AS SIKB 6700	Accreditatieschema Inspectie bodembeschermende voorzieningen	Versie 3.0, 15-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
AS SIKB 6800	Accreditatieschema Controle en keuring tank(opslag)installaties	Versie 2.0, 15-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
Bepalingsmethode MPG	Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken	2019, met wijzigingsblad van 01-07-2019	Stichting Bouwkwaliteit (www.bouwkwaliteit.nl en www.milieudatabase.nl)	Bbl
Blauwalgenprotocol	Blauwalgenprotocol 2012, zoals vastgesteld door het Nationaal Water Overleg	2012	Rijkswaterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 10 Bkl
Bodembescherming: combinaties van voorzieningen en maatregelen	Bodembescherming: combinaties van voorzieningen en maatregelen	Versie 2020-01, april 2020	Rijkswaterstaat (www.bodemplus.nl)	Bijlage XVIII Bkl
BRL 2307-1	Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor AVI-bodemas voor ongebonden toepassing op of in de bodem in grond- en wegenbouwkunde	27-05-2008, met wijzigingsblad van 14-04-2016	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL 9320	Bitumineus gebonden mengsels	24-04-2009, met wijzigingsblad van 31-12-2014	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K519	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Afdichtingsfolie van weekgemaakt polyvinylchloride (PVC-P), met of zonder versterking	15-06-2006	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K537	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa procescertificaat voor Verwerken van Kunststoffolie	01-01-2010	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K538	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Afdichtingsfolie	15-06-2006	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	van hoge dichtheid polyetheen zonder versterking			
BRL-K546	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Afdichtingsfolie van lage dichtheid polyetheen, met of zonder versterking	15-06-2006	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K580	Beoordelingsrichtlijn K580, Polyethyleen (PE) tanks met opvangbak voor niet-stationaire of mobiele opslag van vloeistoffen	Versie 01	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K744	Beoordelingsrichtlijn K744 voor het Kiwa productcertificaat voor Metalen niet-stationaire en mobiele opslag- en afleverinstallaties van ten hoogste 3 m^3 voor bovengrondse drukloze opslag van vloeistoffen en controle en onderhoud ervan	01-07-2013	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K779	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Inwendige bekleding op stalen tanks voor brandbare vloeistoffen	15-07-2010, met wijzigingsblad van 15-03-2015	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K790	Beoordelingsrichtlijn K790, Appliceren van bekledingen op stalen opslagtanks of stalen leidingen	Versie 03	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K902	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa procescertificaat voor Tanksanering HBO/diesel	Versie 04, 26-07-2011, met wijzigingsbladen van 14-09-2012 en 29-05-2015	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K903	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa procescertificaat voor de Regeling Erkenning Installateurs Tankinstallaties	Versie 08, 01-02-2011, met wijzigingsbladen van 14-02-2015, 01-04-2015 en 21-09-2015	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K904	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa procescertificaat voor Tanksaneringen, KIWA Nederland B.V.	Versie 4, 15-06-2016	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL-K1149	Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor verwerken van kunststof folie	14-06-2002, met wijzigingsblad van 21-03-2005	Kiwa (www.kiwa.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL KvINL 6000-21/00	BRL 6000 Deel 21, Ontwerpen en installeren van energiecentrales van bodemenergiesystemen en het beheren van bodemenergiesystemen Beoordelingsrichtlijn voor het KvINL procescertificaat voor 'ontwerpen, in-	01-09-2017	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	stalleren en beheren van installaties'			
BRL KvINL 9500-00	BRL 9500: Energieprestatieadvisering, deel 00, Algemeen deel energieprestatieadvisering	31-08-2011, met wijzigingsblad van 01-08-2015	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
BRL KvINL 9500-01	BRL 9500: Energieprestatieadvisering, deel 01, Energie-index, bestaande woningen	21-10-2016	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
BRL KvINL 9500-03	BRL 9500: Energieprestatieadvisering, deel 03, Energielabel bestaande utiliteitsbouwen	31-08-2011, met wijzigingsblad van 01-08-2015	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
BRL KvINL 9500-06	BRL 9500: Energieprestatieadvisering, deel 06, Energielabel utiliteitsgebouwen, detailmethode	12-09-2013	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
BRL KvINL 9501	Methoden voor het berekenen van het energiegebruik van gebouwen	06-12-2006, met wijzigingsblad van 01-01-2015	Stichting InstallQ (www.installq.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
BRL SIKB 2000	Beoordelingsrichtlijn Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek	Versie 6.0, 01-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
BRL SIKB 2100	Beoordelingsrichtlijn Mechanisch boren	Versie 4.0, 01-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
BRL SIKB 7000	Beoordelingsrichtlijn Uitvoering van (water)bodemsaneringen en ingrepen in de waterbodem	Versie 6.0, 01-02-2018 met wijzigingsblad van 28-03-2019	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 5 Bal
BRL SIKB 7700	Beoordelingsrichtlijn Aanleg of herstel van een vloeistofdichte voorziening	Versie 2.0, 15-02-2018, met wijzigingsblad van 18-02-2016	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
BRL SIKB 11000	Beoordelingsrichtlijn Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van installaties voor bodemenergie	Versie 2.0, 02-10-2014, met wijzigingsblad van 08-10-2015	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
CAP 764	Civil Aviation Authority Policy and Guidelines on Wind Turbines	Versie 6, 01-02-2016	Civil Aviation Authority (www.caa.co.uk)	Hoofdstuk 7 Bal
Carola	Computer Applicatie voor Risicoberekeningen aan Ondergrondse Leidingen met Aardgas	Versie 1.0.0	RIVM (www.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
CCV-inspectieschema Brandbeveiliging	CCV- inspectieschema Brandbeveiliging, Inspectie brandbeveiligingssysteem (VBB-BMI-OAI-RBI) op basis van afgeleide doelstellingen	Versie 12.0, 01-01-2019	CCV (www.hetccv.nl)	Bbl
CCV-inspectieschema Brandbeveiliging Vuurwerk	CCV-inspectieschema Brandbeveiliging Vuurwerk	Versie 1.0, 01-02-2019 + A1	CCV (www.hetccv.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
CCV-inspectieschema Uitgangspuntendocument	CCV-inspectieschema Uitgangspuntendocument	Versie 1.0, 15-11-2019 + A1	CCV (www.hetccv.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
Brandbeveiliging Vuurwerk	Brandbeveiliging Vuurwerk			
Checklist Veilig onderhoud	Checklist veilig onderhoud op en aan gebouwen	2012	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (www.rijksoverheid.nl)	Bbl
CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen	CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen	2004	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 7 van deze regeling
Handboek Immissietoets	Handboek Immissietoets	2019	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.infomil.nl)	Hoofdstuk 4 Bal, bijlage XVII Bkl en hoofdstuk 7 van deze regeling
~~Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai~~	~~Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai~~	~~2004~~	~~Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.rijksoverheid.nl)~~	~~Hoofdstuk 8 van deze regeling~~
Handreiking aanleg, beheer en monitoring bezinkbassins voor de bloembollensector	Handreiking aanleg, beheer en monitoring bezinkbassins voor de bloembollensector	Versie 2.0, 20-02-2014	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
IALA Recommendation O-139	IALA Recommendation O-139 on The Marking of Man-Made Offshore Structures	Versie 2, 13-12-2013	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (http://www.iala-aism.org)	Hoofdstuk 7 Bal
Informatiemodel geluid	Informatiemodel geluid (IMG)	https://docs.geostandaarden.nl/cvgg/img	Geonovum (http://www.geonovum.nl)	Artikel 12.71e van deze regeling
INRS 007/V01.01	Trichlorure d'azote et autres composés chlorés M-104	November 2017	INRS (http://www.inrs.fr/metropol)	Hoofdstuk 15 Bal
Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen	Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen	2000	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 7 van deze regeling
Integrale bedrijfstakstudie tankautoreiniging	Integrale bedrijfstakstudie tankautoreiniging	April 2002	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
ISO 5815-1	Water - Bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik na n dagen (BZVn) - Deel 1: Verdunning en enting onder toevoeging van allylthioureum	2003	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
ISO 7899-1	Percentielwaarde intestinale enterokokken	1998 en correctie 2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal en Hoofdstuk 12 van deze regeling
ISO 7899-2	Percentielwaarde intestinale enterokokken	2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal en Hoofdstuk 12 van deze regeling
ISO 9308-3	Percentielwaarde escherichia coli	1999 en correctie 2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal en Hoofdstuk 12 van deze regeling
ISO 17201-2	Acoustics, Noise from shooting ranges, Part 1: Determination of muzzle blast by measurement	2005 en correctie 1:2009	NNI (www.nen.nl)	Bijlage XXIV bij deze regeling
ISSO 75.1	Handleiding Energieprestatie utiliteitsgebouwen	12-09-2013	ISSO (https://isso.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
ISSO 75.3	Formulestructuur energieprestatie advies utiliteitsgebouwen	2011	ISSO (https://isso.nl)	Bbl
Kosteneffectiviteit van maatregelen ter beperking van wateremissies	Kosteneffectiviteit van maatregelen ter beperking van wateremissies	2018	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Landelijk Draaiboek Hoogwater en Overstromingen	Landelijk Draaiboek Hoogwater en Overstromingen	20-09-2016	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 15 van deze regeling
LIB-tool	LIB Applicatie Schiphol		Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (http://lib-schiphol.nl/login)	Hoofdstuk 7 van deze regeling
Lozingen uit tijdelijke baggerspeciedepots	Lozingen uit tijdelijke baggerspeciedepots	April 1998	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Lozingseisen Wvo-vergunningen	Lozingseisen Wvo-vergunningen	November 2005	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Meet- en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen, deel B	Meet- en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen, deel B 'Hinder voor personen in gebouwen'	2002	CROW (https://www.crow.nl)	Hoofdstukken 6 en 8 van deze regeling
Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw	Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw	01-07-2017	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
Meetprotocol voor het vaststellen van de driftreductie van neerwaartse en op- en zijwaartse spuittechnieken	Meetprotocol voor het vaststellen van de driftreductie van neerwaartse en op- en zijwaartse spuittechnieken	01-07-2017	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
Memorandum 60	Memorandum 60, Brandbeveiliging voor opslag en verkoop van vuurwerk	08-04-2020	Centrum voor criminaliteitspreventie en veiligheid (www.hetccv.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en Hoofdstuk 7 van deze regeling
Modeldraaiboek Smog 2010	Modeldraaiboek Smog 2010	2010	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.infomil.nl)	Hoofdstuk 15 van deze regeling
MP40-21	Ministeriële Publicatie 40-21, Voorschrift opslag en behandeling ontplofbare stoffen en voorwerpen Defensie	Staatscourant 2011, nr. 21309, 28-11-2011	Ministerie van Defensie (https://puc.overheid.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
MP40-30	Ministeriële Publicatie 40-30, Voorschrift voor de inrichting en het gebruik van schietinrichtingen	Staatscourant 2010, nr. 1619, 5-2-2010	Ministerie van Defensie (https://puc.overheid.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NATO Guidelines for the Storage of Military Ammunition and Explosives	NATO Standardization Agreement 4440 met de daarbij behorende NATO Guidelines for the Storage of Military Ammunition and Explosives	11-12-2015	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (www.nato.int)	Hoofdstuk 5 Bkl
NEN 1006	Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties	2018 + A1: 2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1006	Algemene voorschriften voor drinkwaterinstallaties (AVWI - 1981)	1981 + C1: 1990	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN 1010	Elektrische installaties voor laagspanning - Nederlandse implementatie van de HD-IEC 60364-reeks	2015 + C2: 2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1010	Veiligheidsvoorschriften voor laagspanningsinstallaties (Installatievoorschriften I) (bestaande bouw)	1962	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1059	Gasvoorzieningsystemen - Gasdrukregel- en meetstations voor transport en distributie - Nederlandse editie op basis van NEN-EN 12186 en NEN-EN 12279 -	2019	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN 1068	Thermische isolatie van gebouwen - Rekenmethoden	2012 + C1:2014 (bij toepassing van artikel 4.151 van het Besluit bouwwerken leefomgeving geldt C2:2016 in plaats van C1: 2014)	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1078	Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen - Nieuwbouw	2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1087	Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw	2001	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1413	Symbolen voor veiligheidsvoorzieningen op bouwkundige tekeningen en in schema's	2011 + A1:2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1594	Droge blusleidingen in en aan gebouwen	2006 + C2:2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1594	Droge blusleidingen in en aan gebouwen (bestaande bouw)	1991 + A1:1997	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 1775	Bepaling van de bijdrage tot brandvoortplanting van vloeren, inclusief wijzigingsblad (bestaande bouw)	1991 + A1:1997	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2057	Daglichtopeningen van gebouwen - Bepaling van de equivalente daglichtoppervlakte van een ruimte	2011 + C1:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2057	Daglichtopeningen van gebouwen - Bepaling van de equivalente daglichtoppervlakte van een ruimte (bestaande bouw)	2001 + C1:2003	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2078	Voorschriften voor aardgasinstallaties GAVO 1987 - Deel 2: Aanvullende voorschriften voor grotere bijzondere installaties (bestaande bouw)	1987	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN 2535	Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen (bestaande bouw)	1996	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2535	Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projectierichtlijnen	2017	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2555	Brandveiligheid van gebouwen - Rookmelders voor woonfuncties	2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2555	Brandveiligheid van gebouwen - Rookmelders voor woonfuncties (bestaande bouw)	2002 + A1:2006	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen (bestaande bouw)	2000	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575-1	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen - Deel 1: Algemeen	2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575-2	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen - Deel 2: Luidalarm -Ontruimingsalarminstallatie type A	2012 + A1:2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575-3	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen - Deel 3: Luidalarm - Ontruimingsalarminstallatie van type B	2012 + A2:2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575-4	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projectierichtlijnen - Deel 4: Stilalarminstallatie, draadloos	2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2575-5	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsalarminstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projectierichtlijnen - Deel 5: Stilalarminstallatie met attentiepanelen	2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2580	Oppervlakten en inhouden van gebouwen - Termen, definities en bepalingsmethoden	2007 + C1:2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN 2608	Vlakglas voor gebouwen - Eisen en bepalingsmethode	2014	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2686	Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Meetmethode	1988 + A2:2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2690	Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Meetmethode voor de specifieke luchtvolumestroom tussen kruipruimte en woning	1991 + A2:2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2757-1	Bepalingsmethoden van de geschiktheid van systemen voor de afvoer van rookgas van gebouwgebonden installaties - Deel 1: Installaties met een belasting kleiner dan of gelijk aan 130 kW op bovenwaarde	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2757-2	Afvoer van rook van gebouwgebonden verbrandingsinstallaties met een belasting groter dan 130 kW op bovenwaarde - Bepalingsmethoden geschiktheid afvoersystemen	2006	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2768	Meterruimten en bijbehorende voorzieningen in een woonfunctie	2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2778	Vochtwering in gebouwen	2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 2826	Luchtkwaliteit - Uitworp door stationaire puntbronnen - Monsterneming en bepaling van het gehalte aan gasvormig ammoniak	1999	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN 2991	Lucht - Bepaling van de asbestconcentraties in de binnenlucht en risicobeoordeling in en rondom bouwwerken, constructies of objecten waarbij asbesthoudende materialen zijn verwerkt	2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 3011	Veiligheidskleuren en -tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte	2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 3011	Veiligheidskleuren en -tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte (bestaande bouw)	2004 + C1:2007	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 3028	Eisen voor verbrandingsinstallaties	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 3215	Binnenriolering - Eisen en bepalingsmethoden (bestaande bouw)	2007	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 3215	Gebouwriolering en buitenriolering binnen de perceelgrenzen - Bepalingsmethoden voor de af-	2018 +C1+A1:2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	voercapaciteit, water- en luchtdichtheid en afstand van dakuitmondingen			
NEN 5077	Geluidwering in gebouwen - Bepalingsmethoden voor de grootheden geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies, luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidniveaus veroorzaakt door installaties en nagalmtijd	2006 + C3:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 5087	Inbraakveiligheid van woningen - Bereikbaarheid van dak- en gevelelementen: deuren, ramen en kozijnen	2013 + A1:2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 5096	Inbraakwerendheid - Dak- of gevelelementen met deuren, ramen, luiken en vaste vullingen - Eisen, classificatie en beproevingsmethoden	2012 + A1:2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 5720	Bodem - Waterbodem - Strategie voor het uitvoeren van milieuhygiënisch onderzoek	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 7 en 9 van deze regeling
NEN 5725	Bodem - Landbodem - Strategie voor het uitvoeren van milieuhygiënisch vooronderzoek	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 5 Bal
NEN 5740	Bodem - Landbodem - Strategie voor het uitvoeren van verkennend bodemonderzoek - Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van bodem en grond	2009 + A1:2016	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN 5766	Bodem - Plaatsing van peilbuizen ten behoeve van milieukundig bodemonderzoek	2003	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en hoofdstuk 7 van deze regeling
NEN 6060	Brandveiligheid van grote brandcompartimenten	2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6061	Bepaling van de weerstand tegen het ontstaan van brand bij stookplaatsen	1991 + A3:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6062	Bepaling van de brandveiligheid van rookgasafvoervoorzieningen - Algemeen	2017	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6063	Bepaling van het brandgevaarlijk zijn van daken	2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6064	Bepaling van de onbrandbaarheid van bouwmaterialen (bestaande bouw)	1991 + A2:2001	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6065	Bepaling van de bijdrage tot brandvoortplanting van bouwmateriaal(combinaties) (bestaande bouw)	1991 + A1:1997	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN 6066	Bepaling van de rookproductie bij brand van bouwmateriaal(combinaties) (bestaande bouw)	1991 + A1:1997	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6068	Bepaling van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag tussen ruimten	2016 + C1:2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6069	Beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwdelen en bouwproducten	2019 + A1 + C1:2019	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6075	Bepaling van de weerstand tegen rookdoorgang tussen ruimten	2012 + C1:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6079	Brandveiligheid van grote brandcompartimenten - Risicobenadering	2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6088	Brandveiligheid van gebouwen - Vluchtwegaanduiding - Eigenschappen en bepalingsmethoden	2002	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6090	Bepaling van de vuurbelasting	2017	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6265	Bacteriologisch onderzoek van water - Onderzoek naar de aanwezigheid en het aantal kolonievormende eenheden (KVE) van Legionella-bacteriën	1991	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN 6411	Water - Bepaling van de pH	1981	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN 6414	Water en slib - Bepaling van de temperatuur	2008	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN 6480	Water - Titrimetrische bepaling van de gehalten aan vrij beschikbaar en totaal beschikbaar chloor met ijzer(II)-ammoniumsulfaat en 1-amino-4-diethylaminobenzeenwaterstofsulfaat (N,N-diethyl-p-phenyl eendiamine (DPD)-sulfaat) als indicator	1982 + C2: 1984	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15
NEN 6494	Water - Enzymatische bepaling van het gehalte aan ureum in zwemwater	1984	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN 6531	Water - Titrimetrische bepaling van het gehalte aan waterstofcarbonaat in water met een pH lager dan of gelijk aan 8,35	1986	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN 6573	Bacteriologisch onderzoek van water - Onderzoek met behulp van membraanfiltratie naar de aanwezigheid en het aantal kolonievormende eenheden (KVE) van Pseudomonas aeruginosa	1987	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN 6600-1	Water - Monsterneming - Deel 1: Afvalwater	2009	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
NEN 6633	Water en (zuiverings)slib - Bepaling van het chemisch zuurstofverbruik (CZV	2007	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
NEN 6646	Water - Fotometrische bepaling van het gehalte aan ammoniumstikstof en van de som van de gehalten aan ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof volgens Kjeldahl, door mineralisatie met seleen, met behulp van een doorstroomanalysesysteem - Ontsluiting met zwavelzuur, seleen en kaliumsulfaat	2015 + C1:2015	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6, 7 en 15 Bal
NEN 6707	Bevestiging van dakbedekkingen - Eisen en bepalingsmethoden	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 6965	Milieu - Analyse van geselecteerde elementen in water, eluaten en destruaten - Atomaire-absorptiespectrometrie met vlamtechniek	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN 6966	Milieu - Analyse van geselecteerde elementen in water, eluaten en destruaten - Atomaire emissiespectrometrie met inductief gekoppeld plasma	2005 + C1:2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN 8062	Brandveiligheid van gebouwen - Methode voor het beoordelen van de brandveiligheid van rookgasafvoervoorzieningen van bestaande gebouwen (bestaande bouw)	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 8078	Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen - Bestaande bouw (bestaande bouw)	2018 + A1:2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 8087	Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor bestaande gebouwen (bestaande bouw)	2001	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 8700	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen (bestaande bouw en verbouw)	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Belastingen	2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN 8757	Afvoer van rook van verbrandingstoestellen in	2005	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	gebouwen - Bepalingsmethoden voor bestaande bouw			
NEN-EN 179	Hang- en sluitwerk - Sluitingen voor nooduitgangen met een deurkruk of een drukplaat, voor gebruik bij vluchtroutes - Eisen en beproevingsmethoden	2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 858-1	Afscheiders en slibvangputten voor lichte vloeistoffen (bijv. olie en benzine) - Deel 1: Ontwerp, eisen en beproeving, merken en kwaliteitsconstrole	2002 + A1:2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 858-2	Afscheiders en slibvangputten voor lichte vloeistoffen (bijv. olie en benzine) - Deel 2: Bepaling van nominale afmeting, installatie, functionering en onderhoud	2003	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 872	Water - Bepaling van het gehalte aan onopgeloste stoffen - Methode door filtratie over glasvezelfilters	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 1125	Hang- en sluitwerk - Panieksluitingen voor vluchtdeuren met een horizontale bedieningsstang voor het gebruik bij vluchtroutes - Eisen en beproevingsmethoden	2008	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1825-1	Vetafscheiders en slibvangputten - Deel 1: Ontwerp, eisen en beproeving, merken en kwaliteitscontrole	2004 + C1:2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 1825-2	Vetafscheiders en slibvangputten - Deel 2: Bepaling van nominale afmeting, installatie, functionering en onderhoud	2002	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 1838	Toegepaste verlichtingstechniek - Noodverlichting	2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1838	Toegepaste verlichtingstechniek - Noodverlichting (bestaande bouw en bij toepassing van artikel 4.215, tweede lid, van het Besluit bouwwerken leefomgeving ook voor te bouwen bouwwerken)	1999	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1899-1	Water - Bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik na n dagen (BODn) - Deel 1: Verdunnings- en entmethode met toevoeging van allylthioreum	1998	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
NEN-EN 1911	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van	2010	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	de massa concentratie van gasvormige chloride van HCl - Standaard referentiemethode			
NEN-EN 1948-1	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de concentratie aan PCDD's/PCDF's en dioxine-achtige PCB's - Deel 1: Monsterneming van PCDD's/PCDF's	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 1948-2	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de concentratie aan PCDD's/PCDF's en dioxine-achtige PCB's - Deel 2: Extractie en opwerking van PCDD's/PCDF's	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 1948-3	Emissie van stationaire bronnen - Bepaling van de concentratie aan PCDD's en PCDF's en dioxine-achtige PCB's - Deel 3: Identificatie en kwantificering van PCDD's en PCDF's	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 1990	Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp	2011 + A1:2011 C2:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	2011 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-2	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand	2011 + C1:2011 + C3:2013 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-3	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-3: Algemene belastingen - Sneeuwbelasting	2011 + C1:2011 + A1:2015 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-4	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelasting	2011 + A1 + C2:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-5	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-5: Algemene belastingen - Thermische belasting	2011 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-1-7	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-7: Algemene belastingen - Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen	2015 + C1+A1:2015 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-2	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	2015 + C1:2015 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN 1991-3	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines	2006 + C1:2012 + NB:2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1991-4	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 4: Silo's en opslagtanks	2006 + C1:2012 + NB:2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1992-1-1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	2011 + C2:2011 + A1: 2015 + NB:2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1992-1-2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-2: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2011+ C1:2011 + C11:2017 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1992-2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies- Betonnen bruggen - Regels voor ontwerp, berekening en detaillering	2011 + C1:2011 + NB:2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1992-3	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen	2006 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	2006 + C2 + A1:2016 + NB: 2016	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-2: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2005 + C2:2011 + NB:2015	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-3	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-3: Algemene regels - Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen	2006 + C3:2009 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-4	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-4: Algemene regels - Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten	2006 + A1:2015 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-5	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-5: Constructieve plaatvelden	2006 + C1:2012 + A1:2017 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-6	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en Stabiliteit van Schaalconstructies	2007 + A1:2017, C1:2009 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN 1993-1-7	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen	2008 + C1:2009 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-8	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen	2006 + C2:2011 + C11:2016 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-9	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-9: Vermoeiing	2006 + C2:2012 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-10	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting	2006 + C2:2011 + C11:2015 + NB:2007	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-11	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten	2007 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-1-12	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700	2007 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 2: Stalen bruggen	2007 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-3-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 3-1: Torens, masten en schoorstenen - Torens en masten	2007 + C1:2009 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-3-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 3-2: Torens, masten en schoorstenen - Schoorstenen	2007 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-4-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-1: Silo's	2007 + C1:2009 + A1:2017 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-4-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-2: Opslagtanks	2007 + A1:2017, C1:2009 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-4-3	Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 4-3: Buisleidingen	2009 + C1:2009	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1993-5	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden	2008 + C1:2009 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN 1993-6	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 6: Kraanbanen	2008 + C1:2009 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1994-1-1	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	2011+ C1:2011 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1994-1-2	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-2: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2011 + C1:2011 + A1:2014 + NB:2007	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1994-2	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 2: Algemene regels en regels voor bruggen	2006 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1995-1-1	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen	2005 + C1 + A1:2011 + C1:2012 + A2:2014 + NB:2013	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1995-1-2	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-2: Algemeen - Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2005 + C2:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1995-2	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 2: Bruggen	2005 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1996-1-1	Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 1-1: Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk	2006 + A1:2013 + NB:2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1996-1-2	Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 1-2: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2005 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1996-2	Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 2: Ontwerp, materiaalkeuze en uitvoering van constructies van metselwerk	2006 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1996-3	Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 3: Vereenvoudigde berekeningsmodellen voor constructies van ongewapend metselwerk	2006 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algeme-	2005 + C1:2012 + NB:2012	NNI (www.nen.nl)	Bbl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	ne regels (aangewezen voor bestaande bouw en verbouw als tweedelijns norm in NEN 8700)			
NEN-EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels	2005 + C1 + A1:2016 + NB+ C1: 2018	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 2: Grondonderzoek en beproeving	2007 + C1:2010 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1999-1-1	Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-1: Algemene regels	2007 + A1:2011 + A2:2014 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1999-1-2	Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-2: Ontwerp en berekening van constructies bij brand	2007 + C1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1999-1-3	Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-3: Vermoeiing	2007 + A1:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1999-1-4	Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-4: Koudgevormde dunne platen	2007 + C1 + A1:2011 + NB:2011	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 1999-1-5	Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-5: Schaalconstructies	2007 + C1:2009	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 12341	Luchtkwaliteit - Algemene gravimetrische referentiemethode voor de bepaling van de PM10 of PM2,5-massafractie van zwevende stof in de buitenlucht	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 12354-6	Geluidwering in gebouwen - Berekening van de akoestische eigenschappen van gebouwen met de eigenschappen van bouwelementen - Deel 6: Geluidabsorptie in gesloten ruimten	2004	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 12566-1	Kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties ≤ 50 IE - Deel 1: Geprefabriceerde septictanks	2016	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 6 en 7 Bal
NEN-EN 12619	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de massaconcentratie van totaal gasvormig organisch koolstof in lage concentraties in verbrandingsgassen - Continue methode met vlamionisatiedetector	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 13211	Luchtkwaliteit - Emissies van stationaire bronnen -	2001 + C1:2007	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	Bepaling van de concentratie aan totaal kwik			
NEN-EN 13284-1	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van massaconcentratie van stof in lage concentraties - Deel 1: Manuele gravimetrische methode	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 13284-2	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van massaconcentratie van stof in lage concentraties - Deel 2: Geautomatiseerde meetsystemen	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 13501-1	Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen - Deel 1: Classificatie op grond van resultaten van beproeving van het brandgedrag	2007 + A1:2009	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 13616-1	Overvulbeveiligingsmiddelen voor niet-verplaatsbare tanks voor vloeibare brandstoffen - Deel 1: Overvulbeveiligingsmiddelen met sluitmechanisme	2016	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 14181	Emissies van stationaire bronnen - Kwaliteitsborging van geautomatiseerde meetsystemen	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 en 5 Bal
NEN-EN 14211	Luchtkwaliteit - Buitenlucht - Standaard methode voor meten van de concentratie stikstofdioxide en stikstofmonoxide door middel van chemoluminescentie	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 14212	Luchtkwaliteit - Buitenlucht - Standaard methode voor het meten van de concentratie zwaveldioxide door middel van ultraviolette fluorescentie	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 14385	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de totale emissie van As, CD, Cr, CO, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl en V	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 14625	Luchtkwaliteit - Buitenlucht - Standaard methode voor het meten van de concentratie ozon door middel van ultraviolette fotometrische methode	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal en hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 14626	Luchtkwaliteit - Buitenlucht - Standaard methode voor het meten van de concentratie koolstofmonoxide door middel van niet-dispersieve infraroodspectroscopie	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN 14789	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de volumeconcentratie van zuurstof (O2) - Referentiemethode - Paramagnetisme	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 14790	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de waterdamp in leidingen - Standaard referentiemethode	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 Bal
NEN-EN 14791	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de massaconcentratie aan zwaveldioxide - referentiemethode	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 14792	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van massaconcentratie aan stikstofoxiden - referentiemethode: Chemiluminescentie	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-EN 14902	Luchtkwaliteit - Standaard methode voor de meting van Pb, Cd, As, and Ni in de PM 10 fractie van zwevend stof	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 14907	Luchtkwaliteit - Algemene gravimetrische referentiemethode voor de bepaling van de PM2,5-massafractie van zwevende stof in de buitenlucht	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 15001-1	Gasinfrastructuur - Gasinstallatieleidingen met bedrijfsdrukken groter dan 0,5 bar voor industriële en groter dan 5 bar voor industriële en niet-industriële gasinstallaties - Deel 1: Gedetailleerde functionele eisen voor ontwerp, materialen, constructie, inspectie en beproeving	2009	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN 15058	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de massaconcentratie van koolstofmonoxide (CO) - Referentiemethode: Niet-dispersieve infrarood spectrometrie	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 15204	Kwaliteit van water - Richtlijn voor het tellen van fytoplankton met behulp van omgekeerde microscopie (Utermöhl-techniek)	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN 15259	Luchtkwaliteit - Meetmethode emissies van stationaire bronnen - Eisen voor meetvlakken en meetlokaties en voor doelstelling, meetplan en rapportage van de meting	2007	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN 15549	Luchtkwaliteit - Standaardmethode voor het meten van de concentratie benzo[a]pyreen in buitenlucht	2008	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 15841	Luchtkwaliteit - Buitenlucht - Bepaling van de atmosferische depositie van lood, nikkel, arseen en cadmium	2009	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 15853	Luchtkwaliteit - Standaardmethode voor de bepaling van de depositie van kwik	2010	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 15980	Luchtkwaliteit - Bepaling van de depositie van benz[a]anthraceen, benzo[b]fluorantheen, benzo[j]fluorantheen, benzo[k]fluorantheen, benzo[a]pyreen, dibenz[a,h]anthraceen en indeno[1,2,3-cd]pyreen	2011	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
NEN-EN 16321-1	Terugwinning van benzinedamp tijdens het vullen van motorvoertuigen bij tankstations - Deel 1: Beproevingsmethoden voor efficiënte goedkeuring van terugwinningssystemen van benzinedampen	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 16321-2	Terugwinning van benzinedamp tijdens het vullen van motorvoertuigen bij tankstations - Deel 2: Beproevingsmethoden voor de controle van dampwinningssystemen bij tankstations	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN 50522	Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning	2010	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN-IEC 60079-10-2	Explosieve atmosferen - Deel 10-2: Classificatie van gebieden - Explosieve stofatmosferen	2015	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 60942	Elektro-akoestiek - IJkbronnen voor geluid	2018	NNI (www.nen.nl)	Bijlage IVi bij deze regeling
NEN-EN-IEC 61260-1	Elektro-akoestiek - Octaafband- en gefractioneerde octaafbandfilters	2014	NNI (www.nen.nl)	Bijlagen IVh en IVi bij deze regeling
NEN-EN-IEC 61400-1	Windturbines - Deel 1: Ontwerpeisen	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 61400-2	Windturbines - Deel 2: Kleine windturbines	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 61400-22	Generatorsystemen voor windturbines - Deel 22: Conformiteitsbeproeving en certificatie	2011	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 61672-1	Elektro-akoestiek - Geluidniveaumeters	2014	NNI (www.nen.nl)	Bijlagen ~~XXIV~~IVh, IVi en ~~XXV~~XXIV bij deze regeling

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN-IEC 61936-1	Sterkstroominstallaties met meer dan 1 kV wisselspanning - Deel 1: Algemene bepalingen	2012 + C1: 2012, C11:2011, C12:2013, C13:2013 + A1: 2014	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN-IEC 62305-1	Bliksembeveiliging - Deel 1: Algemene principes	2011	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 62305-2	Bliksembeveiliging - Deel 2: Risicomanagement	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-IEC 62305-4	Bliksembeveiliging - Deel 4: Elektrische en elektronische systemen in objecten	2011	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 3095	Railtoepassingen - Akoestiek - Meting van geluid uitgestraald door railgebonden voertuigen	2013	NNI (www.nen.nl)	Bijlage IVf bij deze regeling
NEN-EN-ISO 5667-3	Water - Monsterneming - Deel 3: Conservering en behandeling van watermonsters	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
NEN-EN-ISO 6878	Water - Bepaling van fosfor - Ammoniummolybdaat spectometrische methode	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 7027-1	Water - Bepaling van troebelheid - Deel 1: Kwantitatieve methoden	2016	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 7027-2	Waterkwaliteit - Bepaling van de mate van troebelheid - Deel 2: Semi-kwantitatieve methoden for het testen van transparantie van wateren	2019	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 7393-1	Water - Bepaling van het vrije chloorgehalte en het totale chloorgehalte - Deel 1: Titrimetrische methode met gebruik van N,N-diethyl-1,4-phenylenediamine	2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 7393-2	Water - Bepaling van het vrije chloorgehalte en het totale chloorgehalte - Deel 2: Colorimetrische methode met gebruik van N,N-diethyl-1,4-phenylenediamine, voor routine controledoeleinden	2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 7393-3	Water - Bepaling van het vrije chloorgehalte en het totale chloorgehalte - Deel 3: Jodometrische titratiemethode voor de bepaling van het totale chloorgehalte	2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 7888	Water - Bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen	1994	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 8467	Water - Bepaling van de permanganaatindex	1995	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN-ISO 9308-1	Water - Telling van Escherichia coli en bacteriën van de coligroep - Deel 1: Methode met membraanfiltratie voor water met een lage achtergrondconcentratie aan bacteriën	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15
NEN-EN-ISO 9377-2	Water - Bepaling van de minerale-olie-index - Deel 2: Methode met vloeistofextractie en gas-chromatografie	2000	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 9562	Water - Bepaling van adsorbeerbare organisch gebonden halogenen (AOX)	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 9963-1	Water - Bepaling van de alkaliniteit - Deel 1: Bepaling van de totale en de samengestelde alkaliniteit	1996	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 9963-2	Water - Bepaling van de alkaliniteit - Deel 2: Bepaling van de carbonaatalkaliniteit	1996	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 10301	Water - Bepaling van zeer vluchtige gehalogeneerde koolwaterstoffen - Gaschromatografische methoden	1997	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 10304-1	Water - Bepaling van opgeloste anionen met vloeistofionchromatografie - Deel 1: Bepaling van bromide, chloride, fluoride, nitraat, nitriet, fosfaat en sulfaat	2009	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 10304-4	Water - Bepaling van opgeloste anionen met vloeistofionchromatografie - Deel 4: Bepaling van het gehalte aan chloraat, chloride en chloriet in water met een lichte verontreiniging	1999	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 10523	Water - Bepaling van de pH	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 11143	Tandheelkunde - Amalgaamscheiders	2008	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 11731	Water - Telling van Legionella	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 11732	Water - Bepaling van ammonium stikstof - Methode voor doorstroomanalyse (CFA en FIA) en spectrometrische detectie	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 11885	Water - Bepaling van geselecteerde elementen met atomaire-emissiespectrometrie met inductief gekoppeld plasma (ICP-AES)	2009	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN-ISO 11969	Water - Bepaling van het arseengehalte - Methode met atomaire-absorptiespectrometrie (hydridetechniek)	1997	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 12354-3	Geluidwering in gebouwen - Berekening van de akoestische eigenschappen van gebouwen met de eigenschappen van de bouwelementen - Deel 3: Luchtgeluidisolatie tegen geluiden van buitenaf	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 8 van deze regeling
NEN-EN-ISO 12846	Water - Bepaling van kwik - Methode met atomaire-absorptiespectrometrie met en zonder concentratie	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 13395	Water - Bepaling van het stikstofgehalte in de vorm van nitriet en in de vorm van nitraat en de som van beide met doorstroomanalyse (CFA en FIA) en spectrometrische detectie	1997	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 14403-1	Water - Bepaling van het totale gehalte aan cyanide en het gehalte aan vrij cyanide met doorstroomanalyse (FIA en CFA) - Deel 1: Methode met doorstroominjectie analyse (FIA)	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 15061	Water - Bepaling van opgelost bromaat - Methode met vloeistofchromatografie van ionen	2001	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 15587-1	Water - Ontsluiting voor de bepaling van geselecteerde elementen in water - Deel 1: Koningswater ontsluiting	2002	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 15587-2	Water - Ontsluiting voor de bepaling van geselecteerde elementen in water - Deel 2: Ontsluiting met salpeterzuur	2002	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 15680	Water - Gaschromatografische bepaling van een aantal monocyclische aromatische koolwaterstoffen, naftaleen en verscheidene gechloreerde verbindingen met 'purge-and-trap' en thermische desorptie	2003	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 15681-1	Water - Bepaling van het gehalte aan orthofosfaat en het totale gehalte aan fosfor met behulp van doorstroomanalyse (FIA en CFA) - Deel 1: Methode met een doorstroominjectiesysteem (FIA)	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-EN-ISO 15681-2	Water - Bepaling van het gehalte aan orthofosfaat en het totale gehalte aan fosfor met behulp van doorstroomanalyse (FIA en CFA) - Deel 2: Methode met een continu doorstroomanalysesysteem (CFA)	2018	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 15682	Water - Bepaling van het gehalte aan chloride met doorstroomanalyse (CFA en FIA) en fotometrische of potentiometrische detectie	2001	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 16000-2	Binnenlucht - Deel 2: Monsternemingsstrategie voor formaldehyde	2006	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NEN-EN-ISO 16266	Water - Detectie en telling van Pseudomonas aeruginosa - Methode met membraanfiltratie	2008	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-EN-ISO 16911-1	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de stroomsnelheid en het debiet in afgaskanalen - Deel 1: Handmatige referentiemethode	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 16911-2	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de stroomsnelheid en het debiet in afgaskanalen - Deel 2: Geautomatiseerde meetsystemen	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 17294-2	Water - Toepassing van massaspectrometrie met inductief gekoppeld plasma - Deel 2: Bepaling van geselecteerde elementen inclusief uranium isotopen	2016	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 15 Bal
NEN-EN-ISO 17852	Water - Bepaling van kwik - Methode met atomaire fluorecentiespectometrie	2008	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO 17993	Water - Bepaling van 15 polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in water met HPLC met fluorescentiedetectie na vloeistof-vloeistof extractie	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO/IEC 17020	Conformiteitsbeoordeling - Eisen voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO/IEC 17025	Algemene eisen voor de competentie van beproevings- en kalibratielaboratoria	2018	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-EN-ISO/IEC 17065	Conformiteitsbeoordeling - Eisen voor certificatie-instellingen die certifica-	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	ten toekennen aan producten, processen en diensten			
NEN-ISO 5663	Water - Bepaling van het gehalte aan Kjeldahl-stikstof - Methode na mineralisatie met seleen	1993	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-ISO 5664	Water - Bepaling van ammonium - Destillatie en titratie methode	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 5813	Water - Bepaling van het gehalte aan opgeloste zuurstof - Iodometrische methode	1993	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 5814	Water - Bepaling van het gehalte aan opgeloste zuurstof - Elektrochemische methode	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 6059	Water - Bepaling van de som van calcium en magnesium - EDTA titrimetrische methode	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 6461-2	Water - Detectie en telling van de sporen van sulfiet-reducerende anaerobe micro-organismen (clostridia) - Deel 2: Methode door middel van membraanfiltratie	1993	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 7027	Water - Bepaling van de troebelheid	1994	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 7150-1	Water - Bepaling van ammonium - Deel 1: Handmatige spectrometrische methode	2002	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 15 Bal
NEN-ISO 9096	Emissie van stationaire bronnen - Bepaling van de concentratie aan vaste deeltjes	2017	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 6 en 7 Bal
NEN-ISO 10849	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de concentratie aan stikstofoxiden - Prestatiekenmerken van geautomatiseerde meetsystemen	1998	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-ISO 11083	Water - Bepaling van chroom (VI) - Spectrometrische methode met 1,5-difenylcarbazide	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-ISO 11338-1	Emissie van stationaire bronnen - Bepaling van de gas en deeltjesfase van polycyclische aromatische koolwaterstoffen - Deel 1: Monsterneming	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-ISO 11338-2	Emissie van stationaire bronnen - Bepaling van de gas en deeltjesfase van polycyclische aromatische koolwaterstoffen - Deel 2: Monsterbehandeling, reiniging en bepaling	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
NEN-ISO 15705	Water - Bepaling van het chemisch zuurstofverbruik (ST-COD) - Kleinschalige gesloten buis methode	2003	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6 en 7 Bal
NEN-ISO 15713	Emissie van stationaire bronnen - Monsterneming en bepaling van het gasvormige fluoridegehalte	2011	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-ISO 15923-1	Waterkwaliteit - Bepaling van de ionen met een discreet analysesysteem en spectrofotometrische detectie - Deel 1: Ammonium, chloride, nitraat, nitriet, ortho-fosfaat, silicaat en sulfaat	2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4, 6, 7 en 15 Bal
NEN-ISO 16740	Werkplekatmosfeer - Bepaling van van het gehalte aan zeswaardig chroom in deeltjes in lucht - Methode door ion chromatografie en spectrofotometrische metingen met gebruik van difenyl carbazide	2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NEN-ISO 18073	Water - Bepaling van tetra- tot octa-gechloreerde dioxinen en furanen - Methode met isotoopverdunning-HRGC/HRMS	2004	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NEN-ISO 22743	Water - Bepaling van sulfaat met een doorstroomanalysesysteem (CFA)	2006	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NPR 7600	Toepassing van brandbare koudemiddelen in koelinstallaties en warmtepompen	2020	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NPR 7601	Toepassing van kooldioxide als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen.	2020	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NPR-CEN/TS 13649	Emissies van stationaire bronnen - Bepaling van de massaconcentratie van individuele gasvormige organische componenten - Geactiveerde koolstof en vloeistofmethode	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstukken 4 en 5 Bal
NTA 7379	Richtlijnen 'Predictive Emission Monitoring System' (PEMS) - Realisatie en kwaliteitsborging	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
NTA 8029	Bepaling en registratie van industriële fijnstofemissies	2012 + C1:2013	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 5 Bal
NTA 9065	Luchtkwaliteit - Geurmetingen - Meten en rekenen geur	2012	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 6 van deze regeling
NTA 9766	Veiligheidsaspecten van installaties voor monomestvergisting en vergis-	2014	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	tingsgasopwerking op boerderijschaal			
NVN 7125	Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) - Bepalingsmethode	2011 (Bij toepassing van artikel 4.151 van het Besluit bouwwerken leefomgeving geldt versie 2017)	NNI (www.nen.nl)	Bbl
NVN 11400-0	Windturbines - Deel 0: Voorschriften voor typecertificatie - Technische eisen	1999 + A1:2005	NNI (www.nen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
Oplegger WBI onder de Omgevingswet	Oplegger WBI onder de Omgevingswet	2020	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
Overzicht Interventiewaarden	Overzicht Interventiewaarden	2018	RIVM (www.rivm.nl)	Hoofdstuk 8 van deze regeling
PGS 7	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 7, Vaste minerale anorganische meststoffen - Opslag - Richtlijn voor de veilige opslag van vaste minerale anorganische meststoffen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 8	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 8, Organische peroxiden - Opslag - Richtlijn voor het veilig opslaan van organische peroxiden	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 9	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 9, Cryogene gassen - Opslag van 0,150 m^3 - 100 m^3 - Richtlijn voor de veilige opslag van cryogene gassen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 12	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 12, Ammoniak - Opslag en verlading - Richtlijn voor het veilig opslaan en verladen van ammoniak	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Bijlage XVIII Bkl
PGS 13	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 13, Ammoniak als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen - Richtlijn voor veilig gebruik van ammoniak als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 15	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 15, Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen - Richtlijn voor opslag en tijdelijke opslag met betrekking tot brandveiligheid, arbeidsveiligheid en milieuveiligheid	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 16	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 16, LPG: Afleverinstallaties, vulinstallaties	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	en skid-installaties - Richtlijn voor het veilig opslaan en afleveren van LPG en het veilig vullen van gasflessen en ballonvaarttanks, ingebouwde reservoirs en wisselreservoirs met vulinstallaties			
PGS 18	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 18, LPG: depots, butaan, propaan en hun mengsels	Versie 1.0, 2013	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Bijlage XVIII Bkl
PGS 19	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 19, Propaan - Opslag - Richtlijn voor de veilige opslag van propaan, propeen en butaan en mengsels daarvan	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 22	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 22, Toepassing van propaan, Richtlijn voor de brandveilige, arbeidsveilige en milieuveilige toepassing van propaan	Versie 1.10, 2008	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Bijlage XVIII Bkl
PGS 25	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 25, Aardgas-afleverinstallaties voor motorvoertuigen - Richtlijn voor de arbeidsveilige, milieuveilige en brandveilige toepassing van installaties voor het afleveren van aardgas aan motorvoertuigen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 26	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 26, CNG en LNG - Richtlijn voor het veilig bedrijfsmatig stallen, onderhouden en repareren van motorvoertuigen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 28	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 28, Vloeibare brandstoffen in ondergrondse installaties en aflevertoestellen - Richtlijn voor het veilig opslaan en afleveren van vloeibare brandstoffen in/vanuit ondergrondse tanks en voor het veilig verwijderen van ondergrondse opslagtanks	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 29	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 29, Brandbare vloeistoffen - Opslag - Richtlijn voor de veilige bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Bijlage XVIII Bkl
PGS 30	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 30, Vloeibare brandstoffen in bovengrondse tank- en afleverinstallaties - Richtlijn voor	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	het veilig vullen, opslaan, afleveren van vloeibare brandstoffen in en vanuit bovengrondse tanks en het verwijderen van bovengrondse opslagtanks			
PGS 31	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 31, Overige gevaarlijke vloeistoffen: opslag in ondergrondse en bovengrondse tankinstallaties	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 32	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 32, Richtlijn voor de bovengrondse opslag van explosieven voor civiel gebruik	Versie 1.0, 2016	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Bijlage XVIII Bkl
PGS 33-1	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 33-1, Afleverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor voertuigen en werktuigen - Richtlijn voor de veilige aflevering aan voertuigen en werktuigen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 33-2	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 33-2, Aardgas afleverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor vaartuigen en drijvende werktuigen - Bunkeren van vaartuigen en drijvende werktuigen (shore to ship)	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PGS 35	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 35, Waterstofinstallaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen - Richtlijn voor de arbeidsveilige, milieuveilige en brandveilige toepassing van installaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen	Versie 0.2, 2020	PGS (www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl)	Hoofdstuk 4 Bal en bijlage XVIII Bkl
PreSRM	Preprocessor Standaard Rekenmethoden	Versie 1.702, 01-06-2017	TNO (www.presrm.nl)	Hoofdstukken 8 en 12 van deze regeling
Procedure beoordeling veiligheid primaire waterkeringen	Procedure beoordeling veiligheid primaire waterkeringen	2017	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	Versie 2013a	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (www.rvo.nl)	Hoofdstuk 4 van deze regeling
Protocol voor meting van fijnstofemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	Protocol voor meting van fijnstofemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	2010	Wageningen UR Livestock Research (www.edepot.wur.nl)	Hoofdstuk 4 van deze regeling
Protocol voor meting van geuremissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	Protocol voor meting van geuremissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij	2010	Wageningen UR Livestock Research (www.edepot.wur.nl)	Hoofdstuk 4 van deze regeling

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
Rekenmodel Vee-combistof	Rekenmodel V-combistof	2018	Infomil (www.infomil.nl)	Hoofdstuk 4 van deze regeling
Rekensysteem windturbines	Rekensysteem windturbines, module IV van het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid	Oktober 2019	RIVM (https://omgevingsveiligheid.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 11 van deze regeling
Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid	Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid	2019	RIVM (https://omgevingsveiligheid.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen	Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen	Juni 2019	Rijkswaterstaat (http://publicaties.minienm.nl)	Hoofdstuk 8 Bal en Hoofdstuk 7 van deze regeling
Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen	Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen;	Februari 1993	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.bodemplus.nl)	Hoofdstuk 9 van deze regeling
Richtlijn geohydrologische isolatie van bestaande stortplaatsen	Richtlijn geohydrologische isolatie van bestaande stortplaatsen	Juli 1997	Vereniging van Afvalverwerkers (www.bodemplus.nl)	Hoofdstuk 9 van deze regeling
Richtlijn onderafdichtingen voor stort- en opslagplaatsen	Richtlijn onderafdichtingen voor stort- en opslagplaatsen	Februari 1993	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.bodemplus.nl)	Hoofdstuk 9 van deze regeling
Richtlijn voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen	Richtlijn voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen	Juli 1991	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.bodemplus.nl)	Hoofdstuk 9 van deze regeling
Riooloverstorten deel 1: Knelpuntcriteria riooloverstorten	Riooloverstorten deel 1: Knelpuntcriteria riooloverstorten	Juni 2001	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Riooloverstorten deel 2: Eenduidige basisinspanning	Riooloverstorten deel 2: Eenduidige basisinspanning	Juni 2001	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Riooloverstorten deel 3: Model voor vergunningverlening riooloverstorten	Riooloverstorten deel 3: Model voor vergunningverlening riooloverstorten	Juni 2001	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Riooloverstorten deel 4a: Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten, spoor 1	Riooloverstorten deel 4a: Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten, spoor 1	September 2002	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Riooloverstorten deel 4b: Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten, fase B	Riooloverstorten deel 4b: Nadere uitwerking monitoring riooloverstorten, fase B	April 2003	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Safeti-NL	Safeti-NL	Versie 8, 2019	RIVM (www.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
SBR Handreiking Hoogbouw	Handreiking Brandveiligheid in hoge gebouwen	2014	CROW (www.crow.nl)	Bbl
SBR-publicatie 248	Constructieve veiligheid van uitkragende platen	2014 - tweede herziene uitgave	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (www.rijksoverheid.nl)	Hoofdstuk 5 van deze regeling
SIKB Protocol 6802	Protocol WBM-controle, Controle op water/bezinksel/micro-organismen in onder- of bovengrondse tanks	Versie 2.0, 15-02-2018	SIKB (www.sikb.nl)	Hoofdstuk 4 Bal
Standaardrekenmethode luchtkwaliteit 1	Technische beschrijving van standaardrekenmethode 1 (SRM1) voor lucht-	01-08-2015	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.rivm.nl)	Hoofdstukken 8 en 12 van deze regeling

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
	kwaliteitsberekeningen, RIVM Briefrapport 2014-0127			
Standaardrekenmethode luchtkwaliteit 2	Technische beschrijving van standaardrekenmethode 2 (SRM2) voor luchtkwaliteitsberekeningen, RIVM Briefrapport 2014-0109	01-08-2015	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.rivm.nl)	Hoofdstukken 8 en 12 van deze regeling
Standaardrekenmethode luchtkwaliteit 3	Het nieuw nationaal model. Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden en het rapport aanvullende afspraken NNM	01-03-2002	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.infomil.nl)	Hoofdstukken 8 en 12 van deze regeling
Stappenplan bepalen brandaandachtsgebieden	Stappenplan bepalen brandaandachtsgebieden	Februari 2020	RIVM (https://omgevingsveiligheid.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
Stappenplan bepalen explosieaandachtsgebieden	Stappenplan bepalen explosieaandachtsgebieden	Februari 2020	RIVM (https://omgevingsveiligheid.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
Stappenplan bepalen giftwolkaandachtsgebieden	Stappenplan bepalen giftwolkaandachtsgebieden	Februari 2020	RIVM (https://omgevingsveiligheid.rivm.nl)	Hoofdstukken 4, 8 en 12 van deze regeling
Stowa-rapport voor natuurlijke watertypen	Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021, Stowa rapport 2012-31	2012	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa)	Hoofdstuk 2 Bkl
Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006	Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006	21 december 2006	CROW (www.infomil.nl)	Bijlage IVf bij deze regeling
Toelichting op toepassen van methoden voor meten en rekenen aan schietgeluid	TNO-rapport. TNO 2014 R10135 | 1.1. Toelichting op toepassen van methoden voor meten en rekenen aan schietgeluid	11-11-2015	TNO (www.infomil.nl)	Bijlagen XXVII en XXVIII bij deze regeling
V 1041	Leidraad voor den aanleg en een veilig bedrijf van electrische sterkstroominstallaties in fabrieken en werkplaatsen (Fabrieksvoorschriften) - Deel II - Hooge spanning (bestaande bouw)	1942	NNI (www.nen.nl)	Bbl
Verspreidingsmodel V-Stacks vergunning	Verspreidingsmodel V-Stacks vergunning	2010	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.infomil.nl)	Hoofdstuk 8 van deze regeling
Verwerking waterfractie gevaarlijke en niet-gevaarlijke afvalstoffen	Verwerking waterfractie gevaarlijke en niet-gevaarlijke afvalstoffen	April 2001	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Bijlage XVIII Bkl
Voorschriften bepaling hydraulische belasting primaire waterkeringen	Voorschriften bepaling hydraulische belasting primaire waterkeringen	2017	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
Voorschriften bepaling sterkte en veiligheid primaire waterkeringen	Voorschriften bepaling sterkte en veiligheid primaire waterkeringen	2017	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling
Voorschrift monitoring veiligheid andere dan pri-	Voorschrift monitoring veiligheid andere dan pri-	Versie 3, 2020	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (www.helpdeskwater.nl)	Hoofdstuk 12 van deze regeling

Norm	Naam	Datum of versie	Uitgever	Hoofdstuk in besluit of regeling waarin verwijzing staat[1]
maire waterkeringen in beheer bij het Rijk	maire waterkeringen in beheer bij het Rijk			

[1] Bal: Besluit activiteiten leefomgeving; Bbl: Besluit bouwwerken leefomgeving; Bkl: Besluit kwaliteit leefomgeving.

V

Na bijlage IV worden acht bijlagen ingevoegd, luidende:

BIJLAGE IVA BIJ ARTIKEL 2.29a VAN DEZE REGELING (RIJKSWEGEN VOORBEHEERSING VAN GELUID)

	Amsterdam – Amersfoort – Apeldoorn – Oldenzaal – Duitsland
A1	knooppunt Watergraafsmeer – knooppunt Diemen – knooppunt Muiderberg – knooppunt Eemnes – knooppunt Hoevelaken – Barneveld – knooppunt Beekbergen – knooppunt Azelo
	Het wegdeel tussen knooppunt Azelo en knooppunt Buren is aangegeven als A35 (zie Rijksweg 35)
A1	knooppunt Buren – Duitse grens
	Amsterdam – Utrecht – Eindhoven – Weert – Maastricht – België
A2	knooppunt Amstel – knooppunt Holendrecht – knooppunt Oudenrijn – knooppunt Everdingen – knooppunt Deil – knooppunt Empel – knooppunt Hintham – knooppunt Vught – knooppunt Ekkersweijer
A2/N2	knooppunt Ekkersweijer – knooppunt Batadorp – knooppunt De Hogt – knooppunt Leenderheide
A2	knooppunt Leenderheide – knooppunt Het Vonderen – knooppunt Kerensheide – knooppunt Kruisdonk – aansluiting Maastricht-Centrum Noord
N2	aansluiting Maastricht-Centrum Noord – aansluiting Maastricht-Centrum Zuid
A2	aansluiting Maastricht-Centrum Zuid – Belgische grens
	Papendrecht – Dordrecht
N3	aansluiting Papendrecht – aansluiting 's-Gravendeel
	Amsterdam – 's-Gravenhage – Rotterdam – Bergen op Zoom – België
A4	knooppunt De Nieuwe Meer – knooppunt Badhoevedorp – knooppunt De Hoek – knooppunt Burgerveen – aansluiting Zoeterwoude-Rijndijk – knooppunt Prins Clausplein – knooppunt Ypenburg – knooppunt Kethelplein – knooppunt Benelux
A29	knooppunt Vaanplein – knooppunt Hellegatsplein
A29/A59	knooppunt Hellegatsplein – knooppunt Sabina
A4/A29	knooppunt Sabina – knooppunt Zoomland
A4/A58	knooppunt Zoomland – knooppunt Markiezaat
A4	knooppunt Markiezaat – Belgische grens
	Hoofddorp – Zwanenburg
A5	knooppunt De Hoek – knooppunt Raasdorp – knooppunt Coenplein
	Muiderberg – Lelystad – Emmeloord – Joure
A6	knooppunt Muiderberg – knooppunt Almere – knooppunt Emmeloord – knooppunt Joure
	Zaanstad – Purmerend – Den Oever – Zurich – Groningen – Duitsland

A7	Zaandam (vanaf kilometer 4,0) – knooppunt Zaandam – aansluiting Den Oever – knooppunt Zurich – aansluiting IJlst
N7	aansluiting IJlst – aansluiting Sneek-Oost
A7	aansluiting Sneek-Oost – knooppunt Joure
A7	knooppunt Joure – knooppunt Heerenveen – aansluiting Drachten – knooppunt Julianaplein
N7	knooppunt Julianaplein – knooppunt Euvelgunne – aansluiting Westerbroek
A7	aansluiting Westerbroek – knooppunt Zuidbroek – Duitse grens
	Amsterdam – Zaanstad – Beverwijk
A8	knooppunt Coenplein – knooppunt Zaandam – aansluiting Zaanstad-Noord
	Diemen – Badhoevedorp – Haarlem – Alkmaar – Den Helder
A9	knooppunt Diemen – knooppunt Holendrecht – knooppunt Badhoevedorp – knooppunt Raasdorp – knooppunt Rottepolderplein – knooppunt Velsen – knooppunt Beverwijk – knooppunt Kooimeer
N9	knooppunt Kooimeer – Aansluiting N99
	Ringweg Amsterdam
A10	knooppunt Coenplein – knooppunt Watergraafsmeer – knooppunt Nieuwe Meer
	Leiden – Alphen a/d Rijn – Bodegraven
N11	aansluiting Zoeterwoude-Rijndijk – knooppunt Bodegraven
	's-Gravenhage – Utrecht – Arnhem – Duitsland
A12	's-Gravenhage (vanaf kilometer 3,3) – knooppunt Prins Clausplein – knooppunt Gouwe – knooppunt Bodegraven – knooppunt Oudenrijn – knooppunt Lunetten – knooppunt Maanderbroek – knooppunt Grijsoord
A12/A50	knooppunt Grijsoord – knooppunt Waterberg
A12	knooppunt Waterberg – knooppunt Velperbroek – knooppunt Oud-Dijk – Duitse grens
	's-Gravenhage – Rotterdam
A13	knooppunt Ypenburg – knooppunt Doenkade – knooppunt Kleinpolderplein
	Wassenaar – Leidschendam – 's-Gravenhage
N14	Wittenburgerweg – aansluiting N44- aansluiting Leidschendam
	Oostvoorne – Rotterdam – Rijksweg 12 – Babberich – Doetinchem – Enschede
A15	aansluiting Oostvoorne (vanaf kilometer 25,1) – aansluiting Brielle – knooppunt Benelux – knooppunt Vaanplein – knooppunt Ridderkerk-Noord
A15/A16	knooppunt Ridderkerk-Noord – knooppunt Ridderkerk-Zuid
A15	knooppunt Ridderkerk-Zuid – aansluiting Papendrecht – knooppunt Gorinchem – knooppunt Deil – knooppunt Valburg – knooppunt Ressen – Rijksweg 12
A18	knooppunt Oud-Dijk – Varsseveld
N18	Varsseveld – aansluiting A35
	Rotterdam – Dordrecht – Breda – België
A16	knooppunt Doenkade – knooppunt Terbregseplein – knooppunt Ridderkerk-Noord
A16/A15	knooppunt Ridderkerk-Noord – knooppunt Ridderkerk-Zuid
A16	knooppunt Ridderkerk-Zuid – aansluiting N3 – knooppunt Klaverpolder
A16/A59	knooppunt Klaverpolder – knooppunt Zonzeel
A16	knooppunt Zonzeel – knooppunt Princeville

A16/A58	knooppunt Princeville – knooppunt Galder
A16	knooppunt Galder – Belgische grens
	Moerdijk – Roosendaal
A17/A59	knooppunt Klaverpolder – knooppunt Noordhoek
A17	knooppunt Noordhoek – knooppunt De Stok
	Maasdijk – Rotterdam – Gouda
A20	aansluiting Westerlee- knooppunt Kethelplein – knooppunt Kleinpolderplein – knooppunt Terbregseplein-knooppunt Gouwe
	Velsen – Beverwijk
A22	knooppunt Velsen – knooppunt Beverwijk
	Rotterdam – Vlaardingen
A24	aansluiting A15 – Aansluiting A20
	Breda – Gorinchem – Utrecht – Almere
A27	knooppunt St.Annabosch – knooppunt Hooipolder – knooppunt Gorinchem – knooppunt Everdingen – knooppunt Lunetten – knooppunt Rijnsweerd – knooppunt Eemnes – knooppunt Almere
	Utrecht – Amersfoort – Zwolle – Assen – Groningen
A28	knooppunt Rijnsweerd – knooppunt Hoevelaken – knooppunt Hattemerbroek – knooppunt Lankhorst – knooppunt Hoogeveen – knooppunt Assen -knooppunt Julianaplein
	Rotterdam – Klaaswaal
A29	knooppunt Vaanplein – Klaaswaal
	Het wegdeel tussen Klaaswaal en knooppunt Sabina valt onder A4 (zie Rijksweg 4).
	Ede – Barneveld
A30	knooppunt Maanderbroek – aansluiting Barneveld
	Zurich – Leeuwarden – Drachten
N31	knooppunt Zurich – aansluiting Midlum
A31	aansluiting Midlum – aansluiting Marssum
N31	aansluiting Marssum – knooppunt Werpsterhoek – aansluiting Drachten
	Meppel – Heerenveen – Leeuwarden
A32	knooppunt Lankhorst – knooppunt Heerenveen – aansluiting Wirdum
N32	aansluiting Wirdum – knooppunt Werpsterhoek
	Assen – Zuidbroek – Eemshaven
N33	knooppunt Assen – knooppunt Zuidbroek – Eemshaven (tot kilometer 77,2)
	Wierden – Enschede – Duitse grens
N35	de N35 van Zwolle tot Wierden valt onder de administratieve noemer Rijksweg 835, zie verder aldaar.
A35	aansluiting Wierden – aansluiting Almelo-West – knooppunt Azelo
A35/A1	knooppunt Azelo – knooppunt Buren
A35	knooppunt Buren – aansluiting Enschede-West – Enschede
N35	Enschede – Duitse grens

	Almelo – Dedemsvaart
N36	aansluiting Almelo-West – aansluiting N48
	Hoogeveen – Duitse grens
A37	knooppunt Hoogeveen – knooppunt Holsloot – Duitse grens
	Ridderkerk – Rotterdam
–	Ridderkerk Rotterdamseweg – knooppunt Ridderkerk
	Burgerveen – Wassenaar – 's-Gravenhage
A44	knooppunt Burgerveen – Wassenaar
N44	Wassenaar – 's-Gravenhage (tot kilometer 27,4)
	Groningen
N46	knooppunt Euvelgunne – aansluiting Driebond
	Ommen – Hoogeveen
N48	aansluiting N36 – knooppunt Hoogeveen
	Eindhoven – Oss – Ravenstein – Arnhem – Apeldoorn – Kampen – Ens
A50	John F. Kennedylaan Eindhoven (tot Tempellaan) – aansluiting Ekkersrijt
A50	knooppunt Ekkersweijer – aansluiting Ekkersrijt – knooppunt Paalgraven – knooppunt Bankhoef – knooppunt Ewijk – knooppunt Valburg – knooppunt Grijsoord
	Het wegdeel van knooppunt Grijsoord tot knooppunt Waterberg valt onder A12 (zie Rijksweg 12).
A50	knooppunt Waterberg – knooppunt Beekbergen – knooppunt Hattemerbroek
N50	knooppunt Hattemerbroek – aansluiting Ens
N50	Het wegdeel van aansluiting Ens tot knooppunt Emmeloord valt onder de administratieve noemer Rijksweg 838, zie verder aldaar.
	Brielle – Haamstede – Middelburg
N57	aansluiting Brielle – aansluiting N59 – aansluiting Middelburg-Oost
	Eindhoven – Breda – Vlissingen
A58	knooppunt Batadorp – knooppunt De Baars – knooppunt St.Annabosch
A58	knooppunt St.Annabosch – knooppunt Galder
	Het wegdeel tussen knooppunt Galder en knooppunt Princeville is aangegeven als A16 (zie Rijksweg 16).
A58	knooppunt Princeville – knooppunt de Stok – knooppunt Zoomland
	Het wegdeel tussen knooppunt Zoomland en knooppunt Markiezaat is aangegeven als A4 (zie Rijksweg 4).
A58	knooppunt Markiezaat – Vlissingen (tot kilometer 171,3)
	Serooskerke – Zierikzee – Willemstad – Den Bosch – Oss
N59	aansluiting N57 – knooppunt Hellegatsplein
	Het wegdeel tussen knooppunt Hellegatsplein en knooppunt Sabina is aangegeven als A4 (zie Rijksweg 4).
A59	knooppunt Sabina – knooppunt Noordhoek
	Het wegdeel tussen knooppunt Noordhoek en knooppunt Zonzeel is aangegeven als A16 (zie Rijksweg 16).
A59	knooppunt Zonzeel – knooppunt Hooipolder – knooppunt Empel
	Het wegdeel tussen knooppunt Empel en knooppunt Hintham is aangegeven als A2 (zie Rijksweg 2).
A59	knooppunt Hintham – knooppunt Paalgraven

	Schoondijke – Terneuzen
N61	Schoondijke (vanaf kilometer 1,2) – aansluiting N290 Terneuzen
	's-Hertogenbosch – Tilburg
A65	knooppunt Vught – Vught
N65	Vught – aansluiting Berkel-Enschot
A65	aansluiting Berkel-Enschot – knooppunt De Baars
	België – Eindhoven – Venlo – Duitsland
A67	Belgische grens – knooppunt De Hogt
	Het wegdeel tussen knooppunt De Hogt en knooppunt Leenderheide is aangegeven als A2 (zie Rijksweg 2).
A67	knooppunt Leenderheide – knooppunt Zaarderheiken – Duitse grens
	Echt – Susteren – Maasbracht – Boxmeer – Nijmegen
A73	knooppunt Het Vonderen – knooppunt Tiglia – knooppunt Zaarderheiken – knooppunt Rijkevoort – knooppunt Neerbosch – knooppunt Ewijk
	Duitsland – Venlo
A74	Duitse grens- knooppunt Tiglia
	België – Geleen – Heerlen – Duitsland
A76	Belgische grens – knooppunt Kerensheide – knooppunt Kunderberg – Duitse grens
	Boxmeer – Duitsland
A77	knooppunt Rijkevoort – Duitse grens
	Maastricht – Heerlen
A79	knooppunt Kruisdonk – knooppunt Kunderberg
	Den Helder – Den Oever
N99	aansluiting Rijksweg 9 – aansluiting Den Oever
	Amsterdam – Haarlem
N200	aansluiting Westerpark – aansluiting Halfweg
A200	aansluiting Halfweg – knooppunt Rottepolderplein – aansluiting Haarlem-Centrum (tot kilometer 11,8)
	Haarlem-Zuid
A205	aansluiting Haarlem – knooppunt Rottepolderplein
	Santpoort – IJmuiden
A208	aansluiting Velserbroek (vanaf kilometer 7,3) – knooppunt IJmuiden
	knooppunt Neerbosch – Nijmegen
A73	knooppunt Neerbosch – Nijmegen (tot kilometer 108,6)
	Zwolle – Wierden
N35	Wijthmen (vanaf kilometer 4,8) – aansluiting Wierden
	Ens – Emmeloord
N50	aansluiting Ens – knooppunt Emmeloord

	Ridderkerk – Alblasserdam
N915	aansluiting Hendrik-Ido-Ambacht – aansluiting Alblasserdam

BIJLAGE IVB BIJ ARTIKEL 2.30a VAN DEZE REGELING (HOOFDSPOORWEGEN VOOR BEHEERSING VAN GELUID)

In deze bijlage wordt verstaan onder:
a. het teken >: komt van locaties links en rechts van het teken / bij elkaar;
b. het teken <: splitst naar de locaties links en rechts van het teken /.

De volgende spoorwegen, daarbij inbegrepen de niet genoemde verbindingsbogen die deze spoorwegen onderling met elkaar verbinden, zijn hoofdspoorwegen als bedoeld in artikel 2.30a:

1. Amsterdam Centraal – Utrecht Centraal – Arnhem – Duitse grens, met de zijtakken:
   a. Breukelen – Harmelen Aansluiting;
   b. De Haar Aansluiting – Rhenen;
   c. Velperbroek Aansluiting – Arnhem Goederenstation;
   d. IJsselbrug Westzijde – Arnhem Goederenstation;
   e. Zevenaar – Winterswijk;
2. Den Haag Centraal / Rotterdam Centraal > Gouda – Utrecht Centraal – Amersfoort – Zwolle – Meppel < Leeuwarden / Groningen, met de zijtakken:
   a. Nootdorp Aansluiting – Leidschendam Werkplaats;
   b. Gouda – Alphen aan den Rijn;
   c. Woerden – Leiden;
   d. Blauwkapel – Utrecht Maliebaan;
   e. Den Dolder – Baarn;
   f. Amersfoort – Leusden;
   g. Zwolle – Kampen;
   h. Haren – Waterhuizen;
3. Haarlem / Amsterdam Centraal > Uitgeest – Alkmaar – Den Helder, met de zijtakken:
   a. Heerhugowaard – Hoorn;
   b. Amsterdam Singelgracht Aansluiting – Amsterdam Westhaven;
   c. Amsterdam Sloterdijk – Amsterdam Westhaven;
4. Zwolle – Zutphen – Arnhem – Nijmegen – Venlo – Roermond, met de zijtakken:
   a. Zutphen – Hengelo;
   b. Zutphen – Winterswijk;
   c. Venlo – Duitse grens;
5. Harlingen Haven / Stavoren > Leeuwarden – Groningen – Nieuweschans – Duitse grens, met de zijtakken:
   a. Groningen – Sauwerd < Roodeschool / Delfzijl;
   b. Zuidbroek – Veendam;
6. Zaandam – Hoorn – Enkhuizen;
7. Dordrecht – Geldermalsen – Elst;
8. Amsterdam Centraal – Amersfoort – Apeldoorn – Almelo – Hengelo < Oldenzaal – Duitse grens/Enschede – Duitse grens, met de zijtakken:
   a. Hilversum – Blauwkapel;
   b. Barneveld Aansluiting – Ede-Wageningen;
   c. Apeldoorn – Apeldoorn Zuid;
   d. Apeldoorn – Zutphen;
   e. Wierden – Zwolle;
9. Vlissingen – Roosendaal – Tilburg – 's-Hertogenbosch – Nijmegen, met de zijtakken:
   a. Lewedorp Aansluiting – Sloehaven;
   b. Tilburg – Boxtel;
10. Amsterdam Centraal – Haarlem – Leiden – Den Haag HS – Rotterdam Centraal – Dordrecht – Roosendaal – Belgische grens, met de zijtakken:
    a. Haarlem – Zandvoort;
    b. Schiedam – Schiedam Parkweg tot coördinaat X:87208.565, Y:437870.059 uitgedrukt in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting;
    c. Lage Zwaluwe – Made en Drimmelen;
    d. Lage Zwaluwe – Breda;
11. Leiden – Schiphol – Amsterdam Zuid – Weesp – Almere – Lelystad – Zwolle, met de zijtak Amsterdam Riekerpolder – Amsterdam Singelgracht;

12. Utrecht Centraal – 's-Hertogenbosch – Eindhoven – Weert – Roermond -Sittard < Heerlen – Duitse grens / Maastricht – Eijsden – Belgische grens, met de zijtakken:
    a. Eindhoven – Venlo;
    b. Weert – Belgische grens;
    c. Sittard – Born;
    d. Heerlen – Maastricht;
    e. Landgraaf – Kerkrade Centrum;
    f. Maastricht-Belgische grens;
13. Zwolle – Mariënberg – Emmen, met de zijtak Mariënberg – Almelo;
14. Terneuzen – Sluiskil Aansluiting – Sas van Gent – Belgische grens;
15. Maasvlakte – Kijfhoek;
16. Barendrecht – Belgische grens, inclusief de daarbij horende aansluitingen;
17. Kijfhoek – Zevenaar;
18. Hoofddorp-Rotterdam West, inclusief de daarbij horende aansluitingen.

De volgende spoorwegen zijn hoofdspoorwegen als bedoeld in artikel 2.30a:
1. Lage Zwaluwe-Moerdijk;
2. Made en Drimmelen-Oosterhout Weststad;
3. Sluiskil Aansluiting-Terneuzen Dow Chemical;
4. Terneuzen Aansluiting-Axelse vlakte.

De spoorwegen gelegen op de volgende locaties zijn hoofdspoorwegen als bedoeld in artikel 2.30a:
1. Haven van Rotterdam, Waalhaven;
2. Haven van Rotterdam, Eemhaven;
3. Haven van Rotterdam, Pernis;
4. Haven van Rotterdam, Botlek;
5. Haven van Rotterdam, Europoort;
6. Haven van Rotterdam, Maasvlakte;
7. Haven van Amsterdam, Westelijk havengebied;
8. Haven van Amsterdam, Hemhaven;
9. Haven van Amsterdam, Houtrakpolder;
10. Moerdijk Industrieschap;
11. Utrecht Industrieterrein Lage Weide;
12. Delfzijl, stamlijn Havenschap;
13. Dordrecht, Zeehaven;
14. Dordrecht, Industrieterrein De Staart;
15. Maastricht Beatrixhaven;
16. Roodeschool Eemshaven;
17. Vlissingen Sloehaven;
18. Zwijndrecht, Groote Lindt;
19. Oosterhout, Industrieterrein Weststad;
20. Roosendaal Industrieterrein;
21. Alphen aan de Rijn, Industrieterrein Rijnhaven;
22. Tilburg, De Loven;
23. Born, Franciscushaven;
24. Axel, Axelse Vlakte;
25. Venlo Tradeport;
26. Almelo Dollegoor;
27. Almelo Bedrijvenpark Twente;
28. Arnhem, gemeentelijke stamlijn;
29. Oss-Elzenburg.

BIJLAGE IVC BIJ ARTIKEL 3.5 VAN DEZE REGELING (REKENMETHODE GELUIDAANDACHTSGEBIED)

1. Algemeen

1.1. Rekenmethode

Voor het bepalen van geluidaandachtsgebieden worden berekeningen uitgevoerd volgens bijlage IVe voor wegen, bijlage IVf voor spoorwegen en bijlage IVh (methode II) voor industrieterreinen. Aanvullend op deze bijlagen gelden de volgende regels voor het berekenen van geluidaandachts-gebieden.

Gebieden waar op voorhand aannemelijk is dat deze onderdeel van het geluidaandachtsgebied zijn kunnen buiten het te berekenen gebied vallen. Deze gebieden worden dan onderdeel van het geluidaandachtsgebied. Wegen of spoorwegen die binnen die gebieden liggen en die invloed kunnen hebben op het geluidaandachtsgebied buiten deze gebieden worden meegenomen bij het berekenen van het geluidaandachtsgebied.

1.2 Modellering Omgeving

In de berekening van een geluidaandachtsgebied wordt geen rekening gehouden met bestaande bebouwing of afschermende objecten, met uitzondering van bebouwing en objecten die als geluidbrongegeven voor die geluidbronsoort voor de bepaling van geluidproductieplafonds zijn opgenomen in het geluidregister.

1.3 Contourberekening

Geluidaandachtsgebieden worden berekend door middel van een berekening van geluidniveaus op een regelmatig grid. Op basis van lineaire algebraïsche interpolatie wordt de contour bepaald van de standaardwaarde voor die geluidbronsoort, waarbij geen afronding wordt gehanteerd. Dit houdt in dat bij een standaardwaarde van bijvoorbeeld 53 dB, de 53,00 contour de grootte van het geluidaandachtsgebied bepaalt.

De grideigenschappen zijn afhankelijk van de geluidbronsoort:

Tabel 1.3 Grideigenschappen

Grid	Geluidbronsoorten zonder geluidproductieplafonds	Geluidbronsoorten met geluidproductieplafonds
Rekenhoogte	10 m	30 m
Onderlinge afstand tussen gridpunten bij een afstand < 50 m van een emissiebron	Ten hoogste 10 m (raster van 10x10 m)	Ten hoogste 20 m (raster van 20x20 m)
Onderlinge afstand tussen gridpunten bij een afstand ≥ 50 m van een emissiebron	Ten hoogste 20 m (raster van 20x20 m)	Ten hoogste 50 m (raster van 50x50 m)

Er kan op aanvullende gridhoogtes worden gerekend. De hoogste waarde op een gridpunt wordt gebruikt voor het bepalen van de contour. Met de onderlinge afstand van gridpunten wordt de afstand bedoeld tussen punten op een regelmatig raster die op een horizontale of verticale lijn liggen. Deze afstand mag niet groter zijn dan de afstand in de tabel. Een kleinere afstand dan de afstand in de tabel is wel toegestaan.

Als de waarde van een geluidproductieplafond lager is dan de standaardwaarde voor die geluidbronsoort en er zijn geen afschermende voorzieningen aanwezig, dan wordt een aanvullende gridberekening uitgevoerd. Dit grid kent de eigenschappen gelijk aan die voor een grid bij geluidbronsoorten zonder geluidproductieplafonds. De minimale afmeting van het grid wordt begrensd door:

a. de as van de weg of spoorweg;
b. twee lijnen loodrecht op de as van de weg of spoorweg en op de halve afstand tot de in de lengterichting van de weg of spoorweg gezien naastliggende geluidreferentiepunten; en
c. een lijn tussen het referentiepunt en de naastgelegen referentiepunten.

Als er geen naastgelegen referentiepunten zijn wordt de minimale afmeting het grid begrensd door:

a. de as van de weg of spoorweg en de lijn in het verlengde daarvan;
b. een lijn loodrecht op de as van de weg of spoorweg of het verlengde daarvan en op de halve afstand tussen het geluidreferentiepunt en het in de lengterichting van de weg of spoorweg gezien naastliggende geluidreferentiepunt; en
c. een maximale afstand van 50 m tot een bronregisterlijn.

Als een lokale spoorweg op grond van artikel 3.27, tweede lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving als onderdeel van de geluidbronsoort gemeentewegen wordt beschouwd, dan worden beide berekeningen op hetzelfde grid uitgevoerd. Na energetische optelling van de resultaten van de individuele gridpunten vindt de interpolatie plaats voor de bepaling van het geluidaandachtsgebied.

De bijdrage van het geluid van stilstaande spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen wordt op hetzelfde grid uitgevoerd als de berekening van het hoofdspoor. Na energetische optelling van de resultaten van de individuele gridpunten vindt de interpolatie plaats voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied.

1.4 Vaststellen contouren wegen zonder geluidproductieplafonds: geen verkeersgegevens

Wanneer voor lokale wegen waarvan een geluidaandachtsgebied moet worden bepaald geen verkeersgegevens bekend zijn en van die wegen de verkeersintensiteit hoger kan zijn dan 1.000 motorvoertuigen per etmaal, worden contouren bepaald met de volgende afstanden van de rand van de contour tot de weg:

– Voor een weg, bestaande uit een of twee rijstroken en een maximumsnelheid van 30 km/u of minder: ten minste 100 m;
– Voor een weg, bestaande uit een of twee rijstroken en een onbekende maximumsnelheid of een maximumsnelheid van meer dan 30 km/u: ten minste 200 m; en
– Voor een weg, bestaande uit drie of meer rijstroken: ten minste 350 m.

1.5. Totale geluidaandachtsgebied

Het totale geluidaandachtsgebied van een geluidbronsoort is het gebied bepaald door de contourberekening en de gebieden waar niet gerekend is omdat op voorhand aannemelijk was dat deze gebieden onderdeel zijn van het geluidaanachtsbied, dat voor wegen wordt aangevuld met de gebieden uit de contouren van wegen zonder verkeersgegevens.

2. Overdracht

2.1 Sectorhoek

Voor de indeling van de sectoren wordt uitgegaan van een vaste openingshoek van 2°.

2.2 Reflecties

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van niet meer dan één reflectie per overdrachtspad.

2.3 Rekenafstanden

In tabel 2.3 zijn maximale rekenafstanden opgenomen. De maximale rekenafstand is de maximale afstand tussen bronpunt en gridpunt dat in de berekening moet worden meegenomen. Alleen als de afstand tussen bronpunt en gridpunt kleiner is dan de maximale rekenafstand, wordt die bron of het bronsegment meegenomen. Deze afstand wordt bepaald aan de hand van het totale overdrachtspad in het horizontale vlak (2D). De te hanteren maximale rekenafstand is voor verschillende geluidbronsoorten in de onderstaande tabel aangegeven.

Tabel 2.3 Maximale rekenafstanden

Geluidbronsoort	Maximale rekenafstand [m]
Wegen en spoorwegen zonder geluidproductieplafonds	1.500
Provinciale wegen met geluidproductieplafonds	3.500
Rijkswegen	5.000
Spoorwegen met geluidproductieplafonds	5.000
Industrieterreinen	Geen beperking

2.4 Hoogtemodellering

2.4.1 Voor wegen en spoorwegen

Voor de berekening van geluidsaandachtsgebieden worden alle objecten (wegen, spoorwegen, schermen en grid) met een maaiveldhoogte 0 gemodelleerd. Voor schermen en geluidwallen wordt de constructiehoogte gebruikt. Er wordt dus geen rekening gehouden met taluds, bruggen, maaiveldverloop van de omgeving of andere hoogteverschillen.

2.4.2 Voor industrieterreinen

Voor industrieterreinen wordt als maaiveldhoogte buiten het industrieterrein de gemiddelde maaiveldhoogte van het industrieterrein aangehouden. Voor de gemiddelde maaiveldhoogte op het industrieterrein kan worden uitgegaan van de werkelijke gemiddelde hoogte of 0 m.

2.5 Afscherming

2.5.1 Voor wegen met geluidproductieplafonds

Voor geluidschermen langs wegen wordt het absorptiespectrum vereenvoudigd tot $\alpha_{i=5}$, de waarde bij 1.000 Hz.

Bij schermen waarvan het reflecterende oppervlak loodrecht, of onder een helling die kleiner is dan 5°, op het aardoppervlak staat, wordt de niveaureductie ΔL_R berekend volgens de formules:

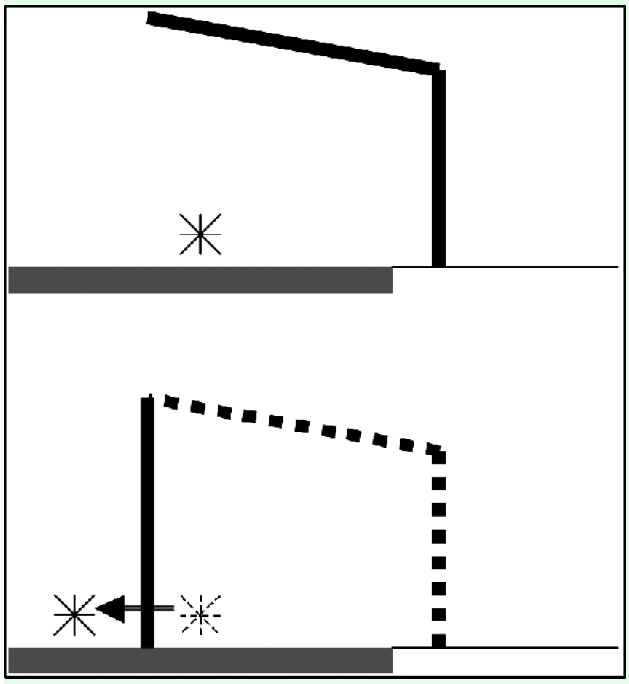
$\Delta L_{R,i} = -10\ lg\ (1 - \alpha_{i=5})$ *voor* $\alpha_{i=5} <= 0{,}2$
$\Delta L_{R,i} = -10\ lg\ [0{,}8 * (1 - (\alpha_{i=5} - 0{,}2) / 0{,}6)]$ *voor* $0{,}2 < \alpha_{i=5} < 0{,}8$

Voor reflecterende objecten waarvoor geldt dat $\alpha_{i=5} >= 0{,}8$ wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.

Voor reflecterende objecten die zijn opgebouwd uit onderdelen met verschillende absorptie-eigenschappen wordt de waarde $\alpha_{i=5}$ oppervlakte-gewogen gemiddeld.

Bij schermen die onder een helling van meer dan 5° ten opzichte van het aardoppervlak staan en waarvan uit nader onderzoek is gebleken dat deze als absorberend kunnen worden beschouwd en bij geluidwallen, wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.

Gekromde schermen of luifels langs wegen worden gemodelleerd door middel van een vervangend verticaal scherm, waarvan de top overeenkomt met de top van het gekromde scherm of het uiteinde van de luifel. Als dit punt, bezien vanuit de voet van de luifel, voorbij de rijlijn ligt, wordt de rijlijn plaatselijk verschoven. De nieuwe positie van de bron is dan halverwege de binnenste wegrand en het vervangende verticale scherm zoals in onderstaande figuren is weergegeven.



2.5.2 Voor spoorwegen met geluidproductieplafonds

Geluidschermen en geluidwallen worden bij spoorwegen met de werkelijke hoogte gemodelleerd en er wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht. Het afschermende effect van een overkapping met dichte zijwanden wordt gemodelleerd identiek aan een tunnel. Van een overkapping zonder dichte zijwanden wordt geen afschermende werking in rekening gebracht.

2.6. Bodemdemping

2.6.1. Voor wegen met geluidproductieplafonds

Behalve de verharding van de weg wordt, voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied van wegen, uitgegaan van een akoestische absorptiefractie van 0,5. Ook (berm)sloten, pech- en vluchthavens, verzorgingsplaatsen met toe- en afritten en andere wegen, parkeerplaatsen en pleinen worden als gebied met een absorptiefactie van 0,5 beschouwd. De bodemdemping van de verharding van de weg wordt bepaald overeenkomstig de methode in bijlage IVe.

2.6.2. Voor spoorwegen met geluidproductieplafonds

Voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied van spoorwegen wordt uitgegaan van een akoestische absorptiefractie van 0,5.

2.6.3. Voor industrieterreinen

Behalve de bodem op het industrieterrein, wordt voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied van een industrieterrein uitgegaan van een akoestisch aborptiefractie van 0,0.

2.6.4. Voor wegen en spoorwegen zonder geluidproductieplafonds

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied wordt uitgegaan van een akoestisch aborptiefractie van 0,0.

3. Toelichting

Het doel van deze rekenmethode is om een gebied te definiëren waarbinnen er een kans kan zijn dat er een standaardwaarde wordt overschreden. In beginsel wordt er gerekend. Het kan echter zo zijn dat er gebieden zijn waarvan al vooraf duidelijk is dat er een grote kans is dat deze binnen het geluidaandachtsgebied zullen vallen. Een voorbeeld kan de bebouwde kom van een gemeente zijn. In dat geval hoeft er binnen dat gebied niet te worden gerekend. Buiten dat gebied is dat wel noodzakelijk. Geluidbronnen die binnen een dergelijk gebied liggen waar niet gerekend wordt, maar die wel een invloed kunnen hebben op het geluidaandachtsgebied moeten dan gemodelleerd worden. Als vuistregel kan het aftsandscriterium uit tabel 2.3 gebruikt worden.

Het uitgangspunt van de berekening is een worst case benadering, zodat er niet ten onrechte gedetailleerd onderzoek achterwege wordt gelaten. Dit houdt in dat het mogelijk is dat bij realisatie van een geluidgevoelige bestemming binnen het geluidaandachtsgebied alsnog blijkt dat de standaardwaarde niet wordt overschreden.

Er is voor gekozen om uit te gaan van een plat model met betrekking tot het maaiveld. Het veranderen van omgeving rond een bron heeft dan geen gevolgen voor het geluidaandachtsgebied. Daarnaast wordt er uitgegaan van twee gridhoogtes. Voor bronnen met geluidproductieplafonds is de gridhoogte dusdanig gekozen dat er voor hoogbouw langs wegen met geluidschermen of nabij industrieterreinen geen risico is van overschrijding van de standaardwaarde buiten het geluidaandachtsgebied. Bij bronnen zonder geluidproductieplafonds worden geluidafschermende objecten niet meegenomen en is het niet noodzakelijk om op grotere hoogte te rekenen. Daarnaast kan de contour bij bronnen met relatief lage emissie op een lagere hoogte groter zijn vergeleken met een contour berekend op hogere hoogte. De bepaling dat aanvullende hoogten kunnen worden berekend is voor het geval er bronnen zijn waar dit specifiek voor noodzakelijk wordt geacht.
Als er geluidproductieplafonds zijn in situaties zonder geluidbeperkende werken of bouwwerken die zijn geplaatst om het geluid door de weg op een geluidgevoelig gebouw te beperken, dan kan uit de waarde op het geluidreferentiepunt al blijken dat een gridhoogte van 30 m te hoog is. In dat geval wordt een aanvullende berekening voorgeschreven met een gridhoogte van 10 m en een hogere puntdichtheid.

BIJLAGE IVD BIJ DE ARTIKELEN 3.7 EN 12.71D VAN DEZE REGELING (REKENMETHODE BASISGELUIDEMISSIE EN GELUIDEMISSIE IN L_{den})

1. Regels voor het berekenen van de geluidemissie in L_{den}

1.1 Begrippen

rijlijn: lijn die de plaats van de geluidafstraling van een emissietraject van de motorvoertuigen representeert;

bronlijn: lijn die de geluidafstraling van een emissietraject van spoorvoertuigen representeert;

GE_{weg}: basisgeluidemissie of geluidemissie in L_{den} voor de geluidbronsoort wegen;

GE_{spoor}: basisgeluidemissie of geluidemissie in L_{den} voor de geluidbronsoort lokale spoorwegen.

1.2. Geluidemissie van wegen

1.2.1 Deelemissie lokale spoorwegen onderdeel van de weg

Per bronhoogte wordt de emissie bepaald volgens formule 2.1 van bijlage IVe bij deze regeling. De emissie van een bronlijn k voor periode p (dag, avond en nacht) wordt berekend volgens de formule:

$$L_{R_{k,p}} = 10 \cdot lg\left(\sum_{i=1}^{8} 10^{L_{E,i}^{bs}/10} + 10^{L_{E,i}^{as}/10} + 10^{L_{E,i}^{2m}/10} + 10^{L_{E,i}^{4m}/10} + 10^{L_{E,i}^{5m}/10}\right)$$

1.2.2. Deelemissie wegverkeer

De emissie per rijlijn k voor periode p (dag, avond of nacht) wordt bepaald volgens formule 2.3 van bijlage IVe bij deze regeling, waarbij C_{H_m} niet in deze berekening wordt meegenomen. De geluidemissie $L_{R_{k,p}}$ voor een rijlijn k wordt berekend volgens de formule:

$$L_{R_{k,p}} = 10 \cdot \lg\left(\sum_{m=lv}^{zw} \sum_{i=i}^{8} 10^{L_{E_{i,m}}/10}\right)$$

1.2.3. Geluidemissie van een weg

De geluidemissie van een weg wordt bepaald door de energetische som van de individuele (uurgemiddelde) emissies van rijlijnen of bronlijnen (k) die tot één weg behoren volgens de formule:

$$GE_{weg} = 10 \cdot log\left(\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{12}{24} \cdot 10^{\left(L_{R_{k,dag}}/10\right)} + \frac{4}{24} \cdot 10^{\left(\left(L_{R_{k,avond}}+5\right)/10\right)} + \frac{8}{24} \cdot 10^{\left(\left(L_{R_{k,nacht}}+10\right)/10\right)}\right)\right)$$

1.3. Geluidemissie lokale spoorwegen geen onderdeel van de weg

Per bronhoogte wordt de emissie bepaald volgens formule 2.1 van bijlage IVf bij deze regeling. De totale emissie van een bronlijn k voor periode p (dag, avond en nacht) wordt berekend volgens de formule:

$$L_{S_{k,p}} = 10 \cdot lg\left(\sum_{i=1}^{8} 10^{L_{E,i}^{bs}/10} + 10^{L_{E,i}^{as}/10} + 10^{L_{E,i}^{2m}/10} + 10^{L_{E,i}^{4m}/10} + 10^{L_{E,i}^{5m}/10}\right)$$

De totale geluidemissie van een spoorweggedeelte bestaat uit de som van de spoorbaandelen k per periode gewogen naar een L_{den} waarde en wordt berekend volgens de formule:

$$GE_{spoor} = 10 \cdot log\left(\sum_{k=1}^{n}\left(10^{\left(L_{S_{k,dag}}/10\right)} + 10^{\left(\left(L_{S_{k,avond}}+5\right)/10\right)} + 10^{\left(\left(L_{S_{k,nacht}}+10\right)/10\right)}\right)\right)$$

2. Kwalitatieve bepaling verschillen geluidemissies

Op grond van artikel 11.47 van het Besluit kwaliteit leefomgeving mag het verschil tussen de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie in bepaalde gevallen worden geschat in plaats van berekend. In artikel 12.71d van deze regeling is bepaald op welke manier het verschil in dat geval geschat moet worden.

3. Detaillering invoergegevens

Voor het bepalen van een geluidemissie in L_{den} wordt voor de modellering van wegdektypen en bovenbouwtype uitgegaan van de representatieve deklaag of bovenbouwconstructie voor dat weg- of spoorgedeelte. Korte onderbrekingen in wegdek of bovenbouw type, zoals een drempel met klinkers in een asfaltweg, worden buiten beschouwing gelaten.

Voor het bepalen van de geluidemissie in L_{den} kan een vereenvoudigde modellering van kruisingen en rotondes worden toegepast.

Bij het bepalen van de geluidemissie in L_{den} kunnen meerdere rijlijnen behorende bij een weg als één rijlijn worden beschouwd. Bij het bepalen van de geluidemissie in L_{den} kunnen meerdere bronlijnen behorende bij een spoorweg of weg als één bronlijn worden beschouwd.
Er wordt geen gebruik gemaakt van standaard invoerwaarden of veronderstellingen, tenzij de verzameling van werkelijke gegevens met onevenredig hoge kosten gepaard gaat.

4. Toelichting

De geluidemissie in L_{den} wordt gebruikt om het verschil met de basisgeluidemissie te monitoren. Alleen parameters die van invloed zijn op de emissie zijn hierbij van belang. Er geldt één geluidemissie in L_{den} voor een wegvak. Een wegvak kan bestaan uit een enkele rijlijn of bronlijn, maar ook uit combinaties van meerdere rijlijnen of bronlijnen.
In veel gevallen zal er bij het bepalen van de geluidemissie in L_{den} alleen een andere verkeersintensiteit zijn ten opzichte van de basisgeluidemissie (voertuigverdeling, snelheden en wegdekverharding blijven gelijk).

BIJLAGE IVE BIJ DE ARTIKELEN 3.8, EERSTE LID, ONDER A, 3.9, EERSTE LID, AANHEF EN ONDER A EN B, 3.11, ONDER A EN B, 3.14, EERSTE LID, ONDER A, EN VIERDE LID, 3.18, ONDER A EN B EN 12.71D, TWEEDE LID, VAN DEZE REGELING (MEET- EN REKENMETHODE GELUID WEGEN)

1. Inleiding

Deze meet- en rekenmethode is bedoeld voor het bepalen van het geluid door wegen.

2. Standaardrekenmethode

2.1. Begrippen

In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:

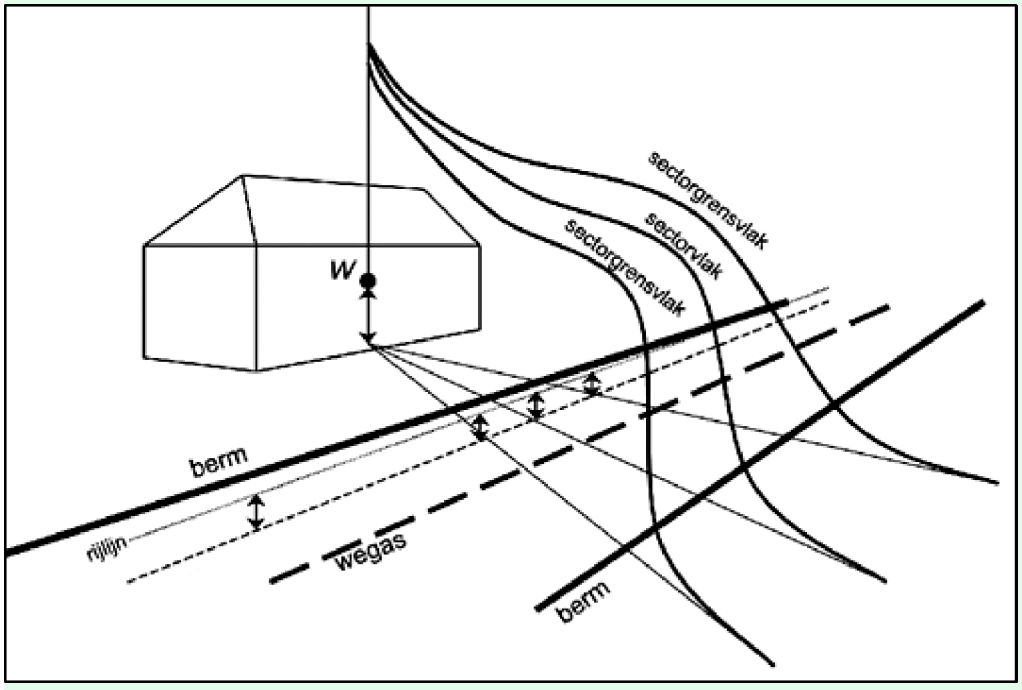
bronpunt:	snijpunt van een sectorvlak met een rijlijnsegment;
openingshoek van een sector:	hoek tussen de begrenzingvlakken van een sector in het horizontale vlak;
rijlijn:	lijn, op 0,75 m boven wegdekhoogte, die de plaats van de afstraling van het geluid van een geluidemissietraject of een deel daarvan representeert;
rijlijnsegment:	rechte verbindingslijn tussen de snijpunten van een rijlijn met de grensvlakken van een sector;

sector:	ruimte begrensd door twee verticale halfvlakken waarvan de grenslijnen samenvallen met de verticaal door het waarneempunt;
sectorvlak:	bissectricevlak van de twee grensvlakken van een sector;
totale openingshoek:	som van de openingshoeken van alle sectoren die voor het bepalen van het equivalente geluidniveau in dB(A) van belang zijn;
verkeersintensiteit:	aantal motorvoertuigen van een categorie motorvoertuigen als bedoeld in het tweede lid, dat jaarlijks per uur, gemiddeld over een etmaalperiode, passeert;
waarneempunt:	punt waarvoor het equivalente geluidniveau in dB(A), het L_{Aeq}, bepaald moet worden; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidbelasting van een gevel, dan ligt dit punt in het betrokken gevelvlak;
zichthoek:	hoek waaronder een object (gevel, scherm, weggedeelte en dergelijke) in horizontale projectie wordt gezien vanuit het waarneempunt.

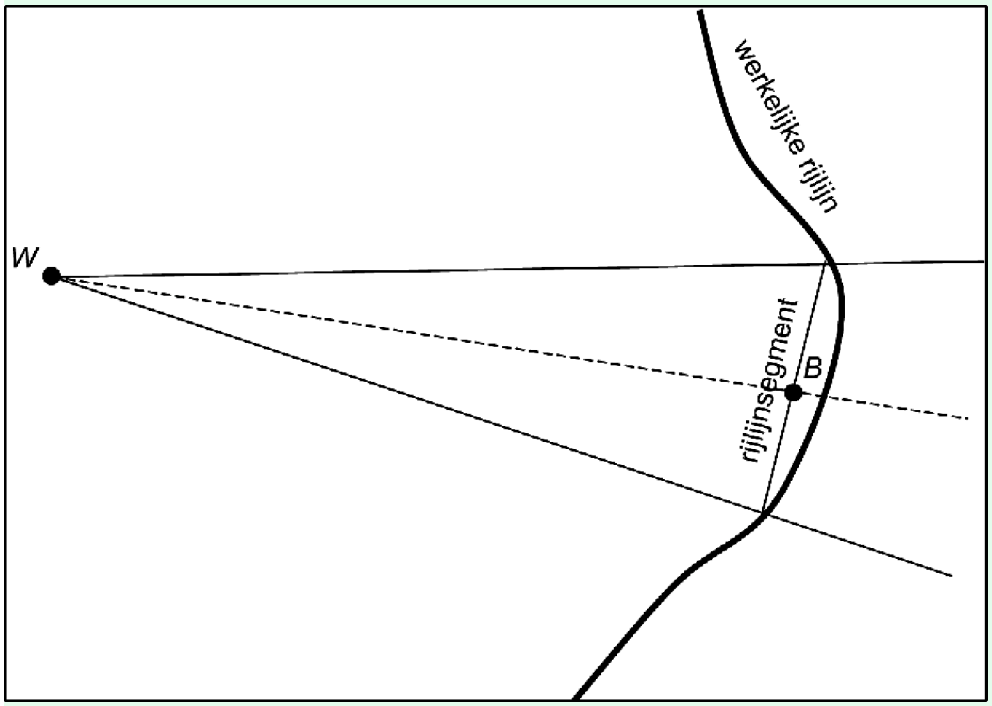
Voor de toepassing van dit hoofdstuk worden de volgende categorieën motorvoertuigen onderscheiden:

a. categorie lv (lichte motorvoertuigen): motorvoertuigen op drie of meer wielen, met uitzondering van de in categorie mv en categorie zv bedoelde motorvoertuigen;
b. categorie mv (middelzware motorvoertuigen): gelede en ongelede autobussen, en andere motorvoertuigen die ongeleed zijn en voorzien van een enkele achteras waarop vier banden zijn gemonteerd;
c. categorie zv (zware motorvoertuigen): gelede motorvoertuigen, en motorvoertuigen die zijn voorzien van een dubbele achteras, met uitzondering van autobussen.

Als gebruik wordt gemaakt van automatische telapparatuur met een andere dan de hierboven genoemde categorie-indeling, zijn deze tellingen toepasbaar als van deze automatische telapparatuur is aangetoond dat het berekende, op tienden van decibellen afgeronde equivalente geluidniveau niet meer dan 0,5 dB afwijkt bij voor de betreffende wegtype representatieve verkeerssamenstelling.



Figuur 2.1 Illustratie bij de begripsbepalingen.



Figuur 2.2 Illustratie bij het begrip rijlijnsegment.

2.2. De hoofdformule

Het equivalente geluidniveau in dB(A), het L_{Aeq}, wordt berekend volgens de formule:

$$L_{Aeq} = 10\lg \sum_{i=1}^{8} \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \qquad (2.1)$$

waarbij $L_{eq,i,j,n,m}$ de bijdrage is aan het L_{Aeq} in één octaaf (index *i*), van één sector (index *j*), van één bronpunt (index *n*) en van één voertuigcategorie (index *m*).

$L_{eq,i,j,n,m}$ wordt berekend volgens de formule:

$$L_{eq,i,j,n,m} = L_E + \Delta L_{OP} + \Delta L_{GU} - \Delta L_L - \Delta L_B - C_M - \Delta L_{SW} - \Delta L_R - 58{,}6 \qquad (2.2)$$

met:

L_E: het geluidemissiegetal	§ 2.4
ΔL_{OP}: de optrektoeslag[1]	§ 2.5
ΔL_{GU}: de geometrische uitbreidingsterm	§ 2.6
ΔL_L: de luchtdemping	§ 2.7
ΔL_B: de bodemdemping	§ 2.8
C_M: de meteocorrectieterm van de te beschouwen periode (C_M=C_d voor de dagperiode, C_M=C_{en}voor de avond- en nachtperiode):	§ 2.9
ΔL_{SW}: de schermwerking[1]	§ 2.10
ΔL_R: de niveaureductie ten gevolge van reflecties[1]	§ 2.11

[1] Als dat van toepassing is.

Er wordt gesommeerd over de octaafbanden met indices $i = 1$ tot en met $i = 8$ en middenfrequenties respectievelijk 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 en 8.000 Hz.

De sectorindeling is zo dat de geometrie en de verkeerssituatie in een sector goed worden beschreven met de geometrie en de verkeerssituatie in het sectorvlak. Hierbij wordt uitgegaan van een vaste openingshoek. Deze openingshoek is 2°. De hoeken van de sectorvlakken worden bepaald door de even hoeken in een windroos (0°, 2°, 4°, etcetera). Bij bronnen met een afmeting kleiner dan een sectorhoek wordt afgeweken van deze sectorindeling (zie 2.6).

Het aantal bronpunten N binnen één sector wordt bepaald door het aantal keer dat het sectorvlak een rijlijn (segment) snijdt.

De sommatie aangegeven met de index m vindt plaats over de drie onderscheiden voertuigcategorieën, te weten: lichte (m = lv), middelzware (m = mv) en zware (m = zv) motorvoertuigen. Als andere categorieën dan de hiervoor genoemde categorieën akoestisch relevant zijn, dan kan de sommatie worden uitgebreid met deze categorieën.

2.3. Reflecties

Als zich binnen een sector objecten met een verticaal, hard oppervlak bevinden, die voldoen aan de hieronder gestelde voorwaarden, dan wordt het L_{Aeq} ook bepaald door het geluid dat via reflecties het waarneempunt bereikt. De bijdrage van deze reflecties aan het L_{Aeq} wordt in rekening gebracht voor het sectordeel dat zich, gezien vanuit het waarneempunt, achter dat reflecterend oppervlak bevindt, te vervangen door zijn spiegelbeeld ten opzichte van het reflecterend oppervlak. Als het reflecterend oppervlak niet verticaal is, dan wordt:

– voor de bodemdemping (paragraaf 2.8) de spiegeling in het horizontale vlak uitgevoerd; de hoogtes van bronpunt en spiegelbronpunt zijn dus gelijk;
– voor de schermwerking van objecten gezien vanuit de spiegelbron (spiegelend oppervlak niet meegenomen) wordt (paragraaf 2.10) de spiegeling in drie dimensies uitgevoerd; de hoogtes van bronpunt en spiegelbronpunt zijn dus niet noodzakelijkerwijs gelijk. De hoogte van de spiegelbron wordt bepaald door een volledige 3D-analyse van de reflectie.

Om als reflecterend oppervlak te worden aangemerkt doorsnijdt het vlak, of een aaneengesloten samenstel van vlakken, de gehele sectorhoek.

Als het reflecterend oppervlak uit een samenstel van vlakken bestaat wordt het vlak dat wordt doorsneden gebruikt voor de spiegeling van het bronpunt. Als het sectorvlak een object of samenstel van objecten precies op de grens tussen twee vlakken of objecten doorsnijdt wordt het bronpunt gespiegeld in het vlak dat het meest haaks staat op het sectorvlak.

Nader onderzoek naar de invloed van reflecties op het L_{Aeq} is vereist als het reflecterend oppervlak oneffenheden bevat waarvan de afmetingen van dezelfde orde van grootte zijn als de afstand van het vlak tot het waarneempunt of de afstand van het vlak tot het bronpunt.

Bij de berekeningen wordt standaard uitgegaan van één reflectie. In geval van berekeningen met meervoudige reflecties wordt de spiegeling herhaald toegepast.

2.4. Het geluidemissiegetal L_E

Bij de bepaling van het geluidemissiegetal L_E wordt gebruik gemaakt van de indeling in voertuigcategorieën als bedoeld in onderdeel 2.1 van deze bijlage. Voor de berekening van L_E zijn de volgende gegevens nodig:
Q: de gemiddelde intensiteit van de voertuigcategorie [h^{-1}];
v_m: de representatief te achten gemiddelde snelheid van de voertuigcategorie [km/u];
v_0: de referentiesnelheid van de voertuigcategorie, deze bedraagt voor lv 80 km/u en voor mv en zv 70 km/u [km/u];
C_{wegdek}: de wegdekcorrectie [dB(A)];
C_H: de hellingcorrectie [dB(A)].
De berekening verloopt volgens de formule:

$$L_{E_{i,m}} = 10\lg\left(\frac{Q_m}{v_m}\right) + \alpha_{i,m} + \beta_{i,m}\lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right) + C_{wegdek_{i,m}} + C_{H_m} \qquad (2.3)$$

waarin:
$\alpha + \beta \cdot lg(v/v_0)$ het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau van de voertuigcategorie is en C_{wegdek} de emissiecorrectie voor verschillende wegdektypen.

2.4.1. Het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau.

De waarden van emissiekentallen α en β zijn gegeven in de tabel 2.1 en tabel 2.2 als functie van de octaafband en de voertuigcategorie. De getallen gelden voor horizontale weggedeelten met een wegverharding van dicht asfaltbeton.

Tabel 2.1 Emissiekental α als functie van voertuigcategorie m en octaafband *i*

Octaafbandindex (*i*)	*α*		
	m = lv	*m* = mv	*m* = zv
1	72,1	79,9	84,1
2	81,7	91,1	91,4
3	86,8	97,1	97,7
4	94,5	100,5	104,8
5	103,0	103,3	106,5
6	99,2	100,4	102,4
7	92,3	93,9	95,6
8	80,9	85,6	87,0

Tabel 2.2 Emissiekental β als functie van voertuigcategorie m en octaafband *i*

Octaafbandindex (*i*)	*β*		
	m = lv	*m* = mv	*m* = zv
1	10,0	-0,2	9,8
2	25,5	+16,6	11,4
3	27,7	2,5	2,6
4	24,3	26,6	23,2
5	30,9	22,3	20,8
6	29,7	16,6	15,0
7	29,3	+16,2	+12,4
8	26,9	-1,9	-3,1

Als het in rekening brengen van motorfietsen en bromfietsen noodzakelijk wordt geacht, kan dit gebeuren door het introduceren van extra voertuigcategorieën in de formule 2.1. De emissiekentallen α en β voor motorfietsen en bromfietsen zijn gegeven in tabel 2.2a en kunnen gebruikt worden in formule 2.3. De referentiesnelheid v_0 is voor motorfietsen 80 km/u voor bromfietsen is de (fictieve) referentiesnelheid 1 km/u.

Tabel 2.2a Emissiekental α en β voor motorfietsen en bromfietsen als functie van octaafband *i*

Octaafbandindex (*i*)	Motorfietsen		Bromfietsen	
	α	*β*	*α*	*β*
1	82	29	60	0
2	90	29	75	0
3	97	29	86	0
4	99	29	93	0
5	96	29	97	0
6	96	29	96	0

Octaafbandindex (*i*)	Motorfietsen		Bromfietsen	
	α	*β*	*α*	*β*
7	93	29	94	0
8	87	29	91	0

2.4.2. De wegdekcorrectie C_{wegdek}

Voor een wegdektype dat afwijkt van het referentiewegdek (dicht asfalt beton of SMA 0/11) wordt een correctie op het A-gewogen equivalente bronvermogen in rekening gebracht. De wegdekcorrectie C_{wegdek} is het verschil tussen het geluidemissiegetal dat is gebaseerd op dicht asfaltbeton en het geluidemissiegetal bepaald voor het afwijkende wegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid en wordt beschreven met de volgende verhouding:

$$C_{wegdek_{i,m}} = \sigma_{i,m} + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right) \qquad (2.4)$$

met:
v_0: is de referentiesnelheid in km/u: 80 km/u voor lichte motorvoertuigen (m = lv) en 70 km/u voor middelzware en zware motorvoertuigen (m = mv, resp. m = zv);
$\sigma_{m,i}$: verschil in dB(A) bij de referentiesnelheid v_0;
τ_m: snelheidsindex in dB(A) per decade snelheidstoename.

De coëfficiënten $\sigma_{m,i}$ en τ_m zijn gegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3a Coëfficiënten $\sigma_{m,i}$ en τ_m voor de C_{wegdek} voor lichte motorvoertuigen

Volg nr	Wegdektype	$\sigma_{lv,i}$								τ_{lv}
		i=1	*i*=2	*i*=3	*i*=4	*i*=5	*i*=6	*i*=7	*i*=8	
1	Referentiewegdek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1L ZOAB	0,5	3,3	2,4	3,2	-1,3	-3,5	-2,6	0,5	-6,5
3	Akoestisch geoptimaliseerd 1L ZOAB	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
4	2L ZOAB	0,4	2,4	0,2	-3,1	-4,2	-6,3	-4,8	-2,0	-3,0
5	2L ZOAB fijn	-1,0	1,7	-1,5	-5,3	-6,3	-8,5	-5,3	-2,4	-0,1
6	SMA 0/5	1,1	-1,0	0,2	1,3	-1,9	-2,8	-2,1	-1,4	-1,0
7	SMA 0/8	0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,7	-1,3	-0,8	-0,8	-1,0
8	Akoestisch geoptimaliseerd SMA	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
9	Uitgeborsteld beton	1,1	-0,4	1,3	2,2	2,5	0,8	-0,2	-0,1	1,4
10	Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	-0,2	-0,7	0,6	1,0	1,1	-1,5	-2,0	-1,8	1,0
11	Fijngebezemd beton	1,1	-0,5	2,7	2,1	1,6	2,7	1,3	-0,4	7,7
12	Oppervlakbewerking	1,1	1,0	2,6	4,0	4,0	0,1	-1,0	-0,8	-0,2
13	Elementenverharding keperverband	8,3	8,7	7,8	5,0	3,0	-0,7	0,8	1,8	2,5
14	Elementenverharding niet in keperverband	12,3	11,9	9,7	7,1	7,1	2,8	4,7	4,5	2,9
15	Stille elementenverharding	7,8	6,3	5,2	2,8	-1,9	-6,0	-3,0	-0,1	-1,7
16	Dunne deklagen A	1,1	0,1	-0,7	-1,3	-3,1	-4,9	-3,5	-1,5	-2,5
17	Dunne deklagen B	0,4	-1,3	-1,3	-0,4	-5,0	-7,1	-4,9	-3,3	-1,5

Tabel 2.3b Coëfficiënten $\sigma_{m,i}$ en τ_m voor de C_{wegdek} voor (middel)zware motorvoertuigen

Volg nr	Wegdektype	$\sigma_{(m)zv,i}$								$\tau_{m(z)v}$
		i=1	*i*=2	*i*=3	*i*=4	*i*=5	*i*=6	*i*=7	*i*=8	
1	Referentiewegdek	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1L ZOAB	0,9	1,4	1,8	-0,4	-5,2	-4,6	-3,0	-1,4	0,2
3	Akoestisch geoptimaliseerd 1L ZOAB	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
4	2L ZOAB	0,4	0,2	-0,7	-5,4	-6,3	-6,3	-4,7	-3,7	4,7
5	2L ZOAB fijn	1,0	0,1	-1,8	-5,9	-6,1	-6,7	-4,8	-3,8	-0,8
6	SMA 0/5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	SMA 0/8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Akoestisch geoptimaliseerd SMA	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
9	Uitgeborsteld beton	0,0	1,1	0,4	-0,3	-0,2	-0,7	-1,1	-1,0	4,4
10	Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	-0,3	1,0	-1,7	-1,2	-1,6	-2,4	-1,7	-1,7	-6,6
11	Fijngebezemd beton	0,0	3,3	2,4	1,9	2,0	1,2	0,1	0,0	3,7
12	Oppervlakbewerking	0,0	2,0	1,8	1,0	-0,7	-2,1	-1,9	-1,7	1,7
13	Elementenverharding keperverband	8,3	8,7	7,8	5,0	3,0	-0,7	0,8	1,8	2,5
14	Elementenverharding niet in keperverband	12,3	11,9	9,7	7,1	7,1	2,8	4,7	4,5	2,9
15	Stille elementenverharding	0,2	0,7	0,7	1,1	1,8	1,2	1,1	0,2	0,0
16	Dunne deklagen A	1,6	1,3	0,9	-0,4	-1,8	-2,1	-0,7	-0,2	0,5
17	Dunne deklagen B	1,6	1,3	0,9	-0,4	-1,8	-2,1	-0,7	-0,2	0,5

In hoofdstuk 4 is de procedure voor het vaststellen van een C_{wegdek} voor een wegdekproduct gegeven. Wegdekproducten worden op basis van deze procedure ingedeeld in één van bovenstaande wegdektypen. Voor het bepalen van nieuwe wegdektypen wordt ook gebruik gemaakt van de procedure in hoofdstuk 4.

2.4.3. De hellingcorrectie C_H

Als het stijgend gedeelte van het verkeer een helling van ten minste 3% moet overwinnen over een hoogteverschil van ten minste 6 m, dan wordt de volgende hellingcorrectie C_H in rekening gebracht:

Tabel 2.4 De hellingcorrectie C_H voor de verschillende voertuigcategorieën

m	C_H
lv	$C_H = 0{,}25p_h - 0{,}75$
Mv	$C_H = 0{,}5ph - 1{,}5$
Zv	

waarin:
p_h het hellingspercentage van het wegvak is.

2.4.4. Stalen kunstwerken

Bij stalen kunstwerken, waarbij redelijkerwijs een verhoogde emissie verwacht wordt, wordt de toename van de emissie ten gevolge van de invloed van het kunstwerk in rekening gebracht met een geluidemissietoeslag. Voor de hoogte van deze toeslag is nader onderzoek noodzakelijk.

2.5. Optrektoeslag ΔL_{OP}

De optrektoeslag ΔL_{OP} is een correctieterm ten gevolge van het afremmen en optrekken van het verkeer door de aanwezigheid van een kruispunt of een situatie die de gemiddelde snelheid van het verkeer sterk beperkt. De optrektoeslag ten gevolge van deze snelheidsbeperkende maatregelen wordt alleen toegepast als ten gevolge van die obstakels de gemiddelde snelheid van de voertuigen ten minste wordt gehalveerd. De correctieterm geeft een toeslag weer ten opzichte van verkeer dat rijdt met een constante snelheid van 50 km/u. De optrektoeslag is het maximum van twee correctietermen, volgens de formule:

$$\Delta L_{OP,m} = max\,(\Delta L_{kruispunt,m}; \Delta L_{obstakel,m}) \qquad (2.5)$$

met:
$\Delta L_{kruispunt,m}$: de toeslag door een kruispunt;
$\Delta L_{obstakel,m}$: de toeslag door een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt.

Bij 'modelleringsnelheden' die afwijken van 50 km/u moet nader onderzoek plaatsvinden naar de hoogte van de optrektoeslag. Bij een modelleringssnelheid van 30 km/u wordt geen optrektoeslag gehanteerd.

2.5.1. De kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$

Bij de berekening van de kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$ wordt onderscheid gemaakt naar verschillende typen kruispunt.

Het type van een kruispunt wordt bepaald met behulp van de volgende drie criteria:
1. de orde van het kruispunt:
   a. een kruispunt is van de eerste orde als ten minste drie van de op het kruispunt aansluitende weggedeelten een totale intensiteit van 2.500 motorvoertuigen per etmaal hebben;
   b. een kruispunt is van de tweede orde als twee van de op het kruispunt aansluitende weggedeelten een totale intensiteit van 2.500 motorvoertuigen per etmaal hebben;
2. de verkeersregeling op het kruispunt. Zijn verkeerslichten afwezig of niet in werking, dan spreekt men van een ongeregeld kruispunt. In alle andere gevallen van een geregeld kruispunt;
3. de intensiteitverhouding van de kruisende verkeersstromen. Als deze verhouding tussen de 1/3 en 3 ligt, is er sprake van een gelijkwaardig kruispunt, in alle andere gevallen van een ongelijkwaardig kruispunt. Een voorrangskruising is in alle gevallen ongelijkwaardig.

Voor de berekening van de kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$ zijn de volgende gegevens nodig:
a: de afstand van het waarneempunt tot het snijpunt van de betrokken rijlijn met het verlengde van de dichtstbijzijnde wegrand van het kruisende weggedeelte [m];
q: het type kruispunt (dat wil zeggen de orde, de verkeersregeling en de intensiteitverhouding).

Bij ongeregelde kruispunten wordt geen kruispunttoeslag in rekening gebracht.

De berekening voor geregelde kruispunten gebeurt op de volgende manier.

Voor lichte motorvoertuigen (lv):

$$\Delta L_{kruispunt} = 0 \qquad \text{voor } a \leq 150\text{m} \qquad (2.6)$$

Voor middelzware (mv) en zware voertuigen (zv):

$$\Delta L_{kruispunt} = q(2{,}4 - 0{,}016\alpha) \qquad \text{voor } a \leq 150\text{m} \qquad (2.7)$$

waarbij q afhankelijk is van het type kruispunt. De waarde van q volgt uit tabel 2.5.

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

$$\Delta L_{kruispunt} = 0 \qquad \text{voor } a > 150\text{m} \qquad (2.8)$$

Ligt het waarneempunt in de invloedssfeer van meerdere kruispunten, dan wordt alleen de hoogste kruispunttoeslag in rekening gebracht.

Tabel 2.5 De kruispuntkentallen q als functie van het type kruispunt

Orde van het kruispunt	Gelijkwaardig kruispunt	Ongelijkwaardig kruispunt
Eerste	1	2/3 (1/2[1])
Tweede	1 (2/3[1])	1/2[2]

[1] In geval van een groene golf.

[2] Hierin zijn ook met verkeerslichten beveiligde voetgangersoversteekplaatsen begrepen.

2.5.2. Obstakeltoeslag $\Delta L_{obstakel}$

De toeslag voor de aanwezigheid van een situatie die de snelheid sterk beperkt $\Delta L_{obstakel}$ wordt toegepast tot 100 m van de oorzaak van de snelheidsbeperking. Deze correctie wordt toegepast als ten gevolge van de obstakel de gemiddelde snelheid van het verkeer ten minste wordt gehalveerd en het verkeer ten gevolge van de obstakel afremt en weer optrekt. Deze toeslag wordt op de volgende manier berekend:

Voor lichte motorvoertuigen (lv):

$$\Delta L_{obstakel} = 0 \qquad (2.9)$$

Voor middelzware (mv) en zware voertuigen (zv):

$$\Delta L_{obstakel} = 1 - 0{,}01a \qquad (2.10)$$

met: a = de afstand van het waarneempunt tot het midden van de obstakel [m].

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

$$\Delta L_{obstakel} = 0 \quad \text{voor a} > 100\text{m} \qquad (2.11)$$

Als meerdere snelheidsbeperkingen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen de meest dichtstbijzijnde snelheidsbeperking beschouwd.

2.6. De geometrische uitbreidingsterm ΔL_{GU}

Voor de berekening van de geometrische uitbreidingsterm zijn de volgende gegevens nodig:
Ro: de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn (in 3D) [m].
Θ: de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment (in graden).
Φ: de openingshoek van de sector (in graden).

Voor bronnen met een afmeting groter dan een sectorhoek worden de hoeken Θ en Φ bepaald op basis van het vlak gevormd door het waarneempunt en de snijpunten van de sectorgrensvlakken met de bron. Als het eindpunt van een bron binnen een sector valt wordt het eindpunt van de bron genomen als snijpunt om de hoek Φ te bepalen. Als een rijlijn segment doorloopt tot de volgende sectorhoek, maar daar niet dat volgende sectorvlak doorsnijdt wordt het eindpunt van dat segment genomen om de hoeken Φ te bepalen. Bronnen (met een afmeting groter dan een sectorhoek) hebben geen bijdrage in een sectorhoek als er geen snijpunt is tussen sectorvlak en bron.

Voor bronnen met een afmeting kleiner dan een sectorhoek wordt de bijdrage van de bron berekend door uit te gaan van het midden van die bron voor de bepaling van het sectorvlak. Het begin en eindpunt van de bron wordt gebruikt voor de bepaling van de hoek Φ.

De berekening van ΔL_{GU} verloopt volgens de formule:

$$\Delta L_{GU} = 10\lg\left(\frac{\Phi}{R_0 \sin(\Theta)}\right) \qquad (2.12)$$

Als de hoek Θ een waarde aanneemt die gelijk is aan 0 is nader onderzoek vereist ter bepaling van de term ΔL_{GU}.

2.7. De luchtdemping ΔL_L

Voor de berekening van ΔL_L is het volgende gegeven nodig:
R_0: de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn [m].
De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_L = R_0 \delta_{lucht_i} \quad (2.13)$$

waarbij δ_{lucht} de luchtdempingscoëfficiënt is. De waarde van δ_{lucht} wordt gegeven in tabel 2.6.

Tabel 2.6 De luchtdempingscoëfficiënt δ_{lucht} als functie van de octaafband *i*

Octaafbandindex (i)	δ_{lucht} [dB/m]
1	0
2	0
3	0,001
4	0,002
5	0,004
6	0,010
7	0,023
8	0,058

2.8. De bodemdemping ΔL_B

Bij de bepaling van de bodemdemping ΔL_B wordt de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt (symbool *R*) verdeeld in drie afzonderlijke delen:
- een brongebied;
- een waarneemgebied;
- en een middengebied.

Bron- en waarneemgebied hebben elk een lengte van 70 m. Het resterende gedeelte van de afstand *R* tussen bron- en waarneempunt is het middengebied. Als de afstand *R* kleiner is dan 140 m, dan is de lengte van het middengebied nihil. Als de afstand *R* kleiner is dan 70 m, dan zijn de lengtes van bron- en waarneemgebied beide gelijk aan de afstand *R*.
Voor elk van de drie gebieden wordt de gemiddelde (bodem)absorptiefractie bepaald. De gemiddelde absorptiefractie in een gebied wordt berekend door middeling van de absorptiefracties van de deelgebieden, waarbij een weging wordt toegepast die is gebaseerd op het quotiënt van de lengte van het deelgebied en de lengte van het totale gebied. Als de lengte van het middengebied nihil is, wordt de gemiddelde absorptiefractie van het middengebied op 1,0 gesteld.
Voor akoestisch hard gebied (water, geasfalteerde vlakken en dergelijke) is de absorptiefractie gelijk aan 0,0. Voor akoestisch zacht gebied zoals grasland, akkerland en bos- en duingrond is de absorptiefractie gelijk aan 1,0. Bij een wegdektype dat significant absorberende eigenschappen heeft (zoals ZOAB en (Fijn) tweelaags ZOAB), wordt een absorptiefractie van 0,5 aangehouden. Een diffractor, niet zijnde een diffractor op scherm, heeft een absorptiefractie van 0,0.
In de situatie dat het bronpunt boven een wegdek met significant absorberende eigenschappen ligt, zijn de volgende regels van toepassing bij de bepaling van de gemiddelde absorptiefractie van het brongebied:

– Voor de eerste Y m vanuit het bronpunt wordt een absorptiefractie gelijk aan 0,0 toegepast. De waarde van Y wordt gegeven volgens de formule:

$$Y = \frac{X}{\sin(\Theta)} \quad (2.14)$$

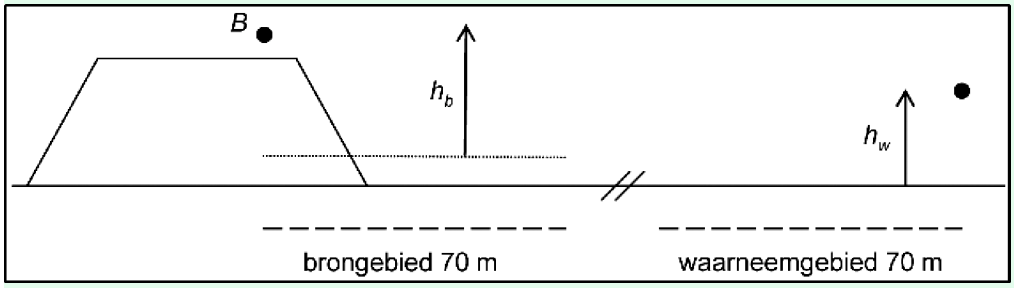
waarbij wordt verstaan onder:

Θ: de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment (in graden)
X: 5 m

- De waarde van Y wordt begrensd door de lengte van het brongebied.
- Voor het restant van het brongebied worden de absorptiefracties gebruikt die voor het brongebied zijn gemodelleerd.

Voor de berekening van de bodemdemping zijn de volgende gegevens nodig:
R: de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt [m];
h_b: de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m];
h_w: de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m];
B_b: de absorptiefractie van het brongebied [-];
B_m: de absorptiefractie van het middengebied [-];
B_w: de absorptiefractie van het waarneemgebied [-];
S_w: effectiviteit van de bodemdemping in het waarneemgebied [-];
S_b: effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied [-].

Ter verduidelijking van de definitie van h_b en h_w is in figuur 2.3 de ligging van de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied aangegeven voor een verhoogd aangelegde weg in een willekeurig sectorvlak.



Figuur 2.3 De bron- en waarneemhoogte ten opzichte van het gemiddeld plaatselijk maaiveld. Door de verhoogde ligging van de weg ligt het gemiddelde maaiveld in het brongebied iets boven het maaiveld naast het wegtalud.

Als h_b en/of h_w kleiner is dan 0, wordt voor h_b respectievelijk h_w de waarde 0 aangehouden. Als in de sector geen afscherming in rekening wordt gebracht, geldt dat S_w en S_b beide de waarde 1,0 aannemen. In geval van afscherming worden S_w en S_b berekend volgens formule 2.20 in § 2.10. De berekening van de bodemdemping verloopt volgens de formules, gegeven in tabel 2.7.

Tabel 2.7 De formules voor de bepaling van bodemdemping ΔL_B als functie van de octaafband *i*. De cursief gedrukte symbolen vormen de waarden die voor de variabelen x en y moeten worden gesubstitueerd in de functie γ (x, y).

Octaafbandindex (*i*)	Bodemdemping ΔL_B [dB]			
1		$-3\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$		-6
2	$[S_b\gamma_1(h_b, R) + 1]B_b$	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+[S_w\gamma_1(h_w, R) + 1]B_w$	-2
3	$[S_b\gamma_2(h_b, R) + 1]B_b$	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+[S_w\gamma_2(h_w, R) + 1]B_w$	-2
4	$[S_b\gamma_3(h_b, R) + 1]B_b$	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+[S_w\gamma_3(h_w, R) + 1]B_w$	-2
5	$[S_b\gamma_4(h_b, R) + 1]B_b$	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+[S_w\gamma_4(h_w, R) + 1]B_w$	-2
6	B_b	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+ B_w$	-2
7	B_b	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+ B_w$	-2
8	B_b	$-3[1-B_m]\,\gamma_o(h_b + h_w, R)$	$+ B_w$	-2

De functie γ worden als volgt gedefinieerd:

$$\gamma_0(x, y) = 1 - 30\frac{x}{y} \qquad \text{voor } y \geq 30x \qquad (2.15a)$$

$\gamma_0(x, y) = 0$ voor $y < 30x$

$$\gamma_1(x,y) = 3{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}12(x-5)^2} + 5{,}7\left[1 - e^{-2{,}8\cdot10^{-6}y^2}\right]e^{-0{,}09x^2} \quad (2.15b)$$

$$\gamma_2(x,y) = 8{,}6\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}09x^2} \quad (2.15c)$$

$$\gamma_3(x,y) = 14{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}46x^2} \quad (2.15d)$$

$$\gamma_4(x,y) = 5{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}90x^2} \quad (2.15e)$$

Voor de variabelen x en y worden de waarden van de grootheden gesubstitueerd die tussen haakjes in cursieven achter de overeenstemmende functies γ uit de formules als gegeven in tabel 2.7 zijn geplaatst.

2.9. De meteocorrectieterm C_M

Voor de berekening van de meteocorrectieterm C_M zijn de volgende gegevens nodig:
R: de horizontaal gemeten afstand tussen (spiegel)bron- en (spiegel)waarneempunt [m];
ζ: de hoek van de voortplantingsrichting (0º is van Noord naar zuid, 90º is oost naar west, etcetera) bezien in een directe lijn tussen bron en ontvanger zonder rekening te houden met eventuele spiegelbronnen of spiegelontvangers;
h_b: de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m];
h_w: de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m].
Als h_b en/of h_w kleiner is dan 0, wordt voor h_b respectievelijk h_w de waarde 0 aangehouden. De berekening verloopt als volgt:
Op basis van bovenstaande gegevens wordt de meteocorrectie bepaald voor de dagperiode (C_d) of voor de avond- en nachtperiode (C_{en}) volgens de formules:

$$C_d = max\left\{(-10 \cdot lg(0{,}34 - 0{,}1 \cdot \sin(\zeta + 35) + 0{,}045 \cdot \sin^2(\zeta + 35)) - 0{,}67) \cdot \left(1 - 10 \cdot \frac{h_b + h_w}{r}\right); 0\right\} \quad (2.16a)$$

$$C_{en} = max\left\{(-10 \cdot lg(0{,}40 - 0{,}1 \cdot \sin(\zeta + 60) + 0{,}035 \cdot \sin^2(\zeta + 60)) - 0{,}67) \cdot \left(1 - 10 \cdot \frac{h_b + h_w}{r}\right); 0\right\} \quad (2.16b)$$

2.10. De schermwerking ΔL_{SW} inclusief de termen S_w en S_b uit de bodemdempingsformules als gegeven in tabel 2.7

Als zich binnen een sector objecten bevinden waarvan de zichthoek ten minste samenvalt met de openingshoek van die sector en waarvan daarnaast in redelijkheid is te verwachten dat die de geluidoverdracht zullen belemmeren, wordt de schermwerking ΔL_{SW} samen met een verminderde bodemdemping (vervat in de termen S_w en S_b, zie tabel 2.7 van § 2.8) in rekening gebracht.
Voor de bepaling van de totale schermwerking wordt onderscheid gemaakt tussen objecten die voldoen aan de definitie van een middenbermscherm als bedoeld in hoofdstuk 6 en alle andere afschermende objecten.

De totale schermwerking ΔL_{SW} wordt berekend volgens de formule:

$$\Delta L_{SW} = \Delta L_{SWN} + C_{mbs} + C_{diff} \quad (2.17)$$

waarin:
ΔL_{SWN}: de schermwerking van een afschermend object, niet zijnde een middenbermscherm;
C_{mbs}: de middenbermcorrectie;
C_{diff}: de correctie voor een diffractoreffect.

De waarde van de correctieterm voor een middenbermscherm C_{mbs} volgt uit de methode, beschreven in hoofdstuk 6.

De waarde van de correctieterm voor een diffractor C_{diff} volgt uit de methode, beschreven in hoofdstuk 7.

De berekeningsformule van de schermwerking ΔL_{SWN} van een willekeurig gevormd object (niet zijnde een middenbermscherm of diffractor) bevat drie termen, zie formule 2.18:

1. De eerste term beschrijft de afscherming van een equivalent ideaal scherm (een dun, verticaal vlak). De hoogte van het equivalente scherm is gelijk aan de grootste hoogte van het obstakel. De bovenrand van het equivalente scherm valt samen met de bovenrand van het object. Als op grond hiervan meerdere locaties van het equivalente scherm mogelijk zijn, wordt hieruit die locatie gekozen die maximale schermwerking tot gevolg heeft.
2. De tweede en de derde term zijn alleen van belang als het profiel, dat wil zeggen de doorsnede in het sectorvlak, van het afschermend object afwijkt van dat van het ideale scherm;
   a. Het extra afschermende effect van een schermtop – mits deze voldoet aan de in hoofdstuk 5 omschreven eisen – kan in rekening worden gebracht met een correctieterm C_T door een schermtop;
   b. Het effect van alle andere van het ideale scherm afwijkende profielen wordt in rekening gebracht door het toepassen van een profielafhankelijke correctieterm C_p.

Als er meerdere afschermende objecten in een sector aanwezig zijn, wordt alleen het object in rekening gebracht dat, bij afwezigheid van de andere objecten, de grootste afscherming zou geven. De schermwerking ΔL_{SWN} wordt berekend volgens de formule:

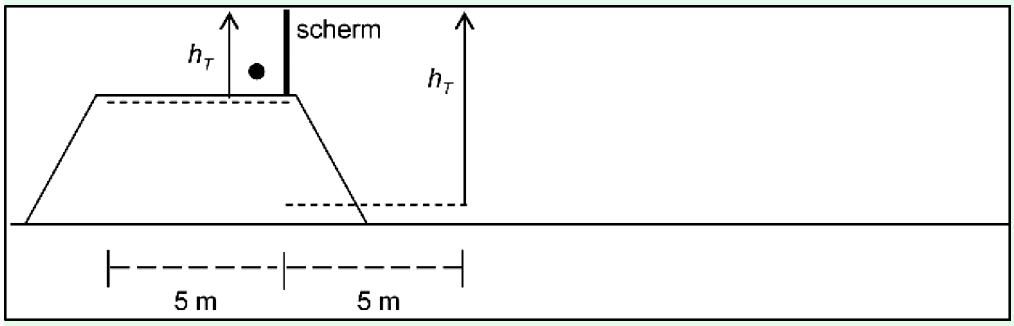
$$\Delta L_{SWN} = HF(N_f) + C_T - C_p \qquad (2.18)$$

waarin:
H: de effectiviteit van het scherm is;
$F(N_f)$*:* een functie met argument N_f (het fresnelgetal);
C_T*:* de correctieterm door een schermtop;
C_p*:* de profielafhankelijke correctieterm.
Als de schermwerking ΔL_{SWN} op grond van formule 2.18 negatief wordt, wordt de waarde $\Delta L_{SW} = 0$ aangehouden.

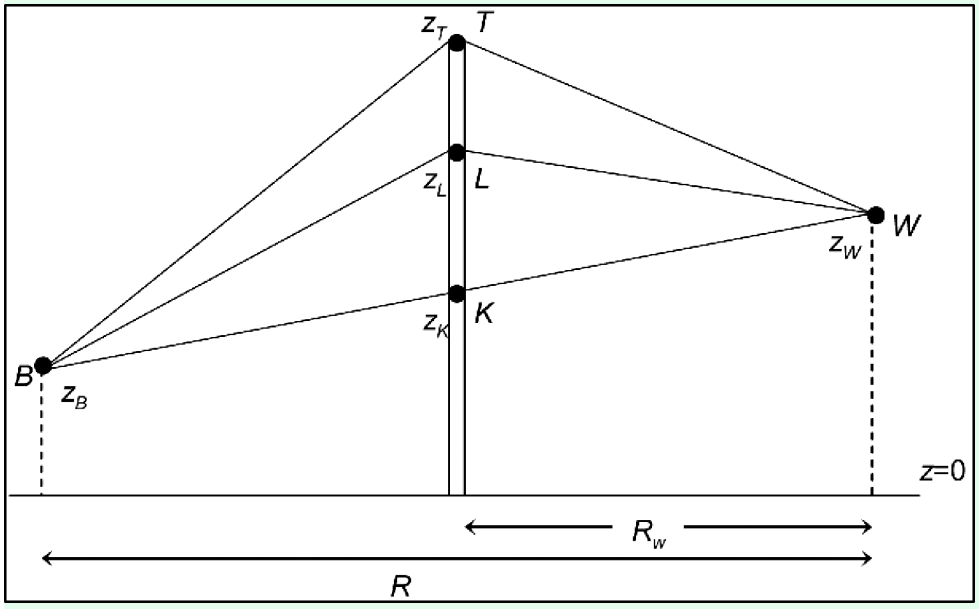
Definities

Voor de berekening van de afschermende effecten zijn de volgende gegevens nodig:

z_B*:* de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil (= horizontaal vlak waarin z = 0) [m];
z_W*:* de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil [m];
z_T*:* de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil [m];
h_b*:* de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m];
h_w*:* de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m];
h_T*:* de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het plaatselijk maaiveld. Het plaatselijk maaiveld bij een scherm is de gemiddelde maaiveldhoogte in een strook ter breedte van 5 m aan beide zijden van het scherm. Als aan beide zijden van het scherm de maaiveldhoogte verschillend is, wordt de grootste waarde van h_T genomen, zie figuur 2.4 [m];
R_o*:* de afstand tussen bron- en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindingslijn [m];
R_w*:* de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm [m];
R: de horizontaal gemeten afstand tussen waarneem- en bronpunt [m]; en
–: het profiel van het afschermend object.



Figuur 2.4 De schermhoogte h_T bij een scherm op een verhoogd wegtalud. In dit voorbeeld is de situatie rechts bepalend voor h_T.



Figuur 2.5 Een sectorvlak met een ideaal scherm, waarop de punten K, T en L zijn aangegeven. De gebroken lijn BLW is een schematisering van een gekromde geluidstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt.

Voor de berekening worden op het scherm een drietal punten gedefinieerd (zie figuur 2.5):
K: het snijpunt van het scherm met de zichtlijn (= de rechte tussen bron- en waarneempunt);
L: het snijpunt van het scherm met een gekromde geluidstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt; en
T: de top van het scherm.
Deze drie punten bevinden zich op de respectievelijke hoogten z_K, z_L en z_T boven het referentiepeil.
Voor de afstand tussen de punten *K* en *L* geldt:

$$z_L - z_K = \frac{R_w(R - R_w)}{26R} \qquad (2.19)$$

Verder geldt:
R_L is de som van de lengtes van de lijnstukken *BL* en *LW;*
R_T is de som van de lengtes van de lijnstukken *BT* en *TW*; en
R_o is de som van de lengtes van de lijnstukken *BK* en *KW.*

Berekening verminderde bodemdemping

De factoren S_w en S_b uit formules als gegeven in tabel 2.7 (§ 2.8) worden berekend volgens de formules:

$$S_w = 1 - \frac{R - R_w}{R}\frac{3h_e}{3h_e + 3h_w + 1} \quad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_w = 1$$

$$S_b = 1 - \frac{R_w}{R}\frac{3h_e}{3h_e + 3h_b + 1} \quad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_b = 1 \qquad (2.20)$$

waarin h_e de effectieve schermhoogte is, gedefinieerd als:

$$h_e = Z_T - Z_L \qquad (2.21)$$

Berekening schermwerking van ideaal scherm

De schermwerking van een ideaal scherm is gelijk aan $H\,F(N_f)$.
H wordt als bepaald volgens de formule:

$$H = 0{,}25 h_T 2^{i-1} \qquad (2.22)$$

i is hierin de octaafbandindex. De minimale hoogte van de top van het scherm ten opzichte van het plaatselijk maaiveld h_T waarmee wordt gerekend, is 0,5 m. De maximale waarde van H is 1.

N_f wordt als volgt bepaald:

$$N_f = 0{,}37\varepsilon 2^{(i-1)} \qquad (2.23)$$

met ε de 'akoestische omweg', die wordt gedefinieerd als:

$$\varepsilon = R_T - R_L \quad \text{voor } z_T \geq z_K \qquad (2.24)$$
$$\varepsilon = 2R_0 - R_T - R_L \quad \text{voor } z_T < z_K$$

De definitie van de functie F is gegeven in de formules 2.25a tot en met f uit tabel 2.8.

Tabel 2.8 De definitie van de functie F met als variabele N_f voor zes intervallen van N_f (formules 2.25a tot en met f)

Geldig in het interval van N_f		Definitie $F(N_f)$
van	tot	
- ∞	- 0,314	0
- 0,314	- 0,0016	$-3{,}682 - 9{,}288 \lg\lvert N_f\rvert - 4{,}482 \lg^2\lvert N_f\rvert - 1{,}170 \lg^3\lvert N_f\rvert - 0{,}128 \lg^4\lvert N_f\rvert$
- 0,0016	+ 0,0016	5
+ 0,0016	+ 1	$12{,}909 + 7{,}495 \lg N_f + 2{,}612 \lg^2 N_f + 0{,}073 \lg^3 N_f - 0{,}184 \lg^4 N_f - 0{,}032 \lg^5 N_f$
+ 1	+ 16,1845	$12{,}909 + 10 \lg N_f$
+ 16,1845	+ ∞	25

Berekening van correctietermen voor afwijkende schermprofielen

Schermtop
De waarde van de correctieterm voor een schermtop C_T volgt uit de methode beschreven in hoofdstuk 5.

Andere profielen
De waarden van de profielafhankelijke correctieterm C_p volgen uit tabel 2.9.

Tabel 2.9 De profielafhankelijke correctieterm C_p. T is de tophoek (in graden) van de dwarsdoorsnede van het object

C_p	object
0 dB	– alle gebouwen

C_p	object
	– dunne wanden waarvan de hoek met verticaal ≤ 20° – grondlichamen met 0° ≤ T ≤ 70° – alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte minder dan twee maal de hoogte van die wand is, of als de wand hoger is dan 3,5 m – bij toepassing van een schermtop, waarvan het effect met de correctieterm C_T in rekening wordt gebracht
2 dB	– randen van weglichamen in ophoging – randen van wegen op een viaduct – alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte meer bedraagt dan twee maal de hoogte van die wand en de wand niet hoger is dan 3,5 m – grondlichamen met 70° < T ≤ 165°

In de gevallen waarin het profiel van het afschermend object niet overeenkomt met een van de in tabel 2.9 genoemde profielen wordt een nader onderzoek naar de schermwerking van dat object verricht.
Als de isolatiewaarde van de afscherming minder dan 10 dB groter is dan de berekende schermwerking ΔL_{SWN} is nader onderzoek vereist naar de totale geluidreducerende werking van de afscherming.

2.11. De niveaureductie ΔL_R bij reflecties

De niveaureductie die optreedt bij reflecties wordt berekend met de volgende formule:

$$\Delta L_R = \Delta L_{R,abs} + \Delta L_F$$

Hierin is:
$\Delta L_{R,abs}$ de niveaureductie op als gevolg van absorptie bij de reflecties;
ΔL_F de niveaureductie als gevolg van de eindige afmetingen van de reflecterende vlakken.

Berekening van $\Delta L_{R,abs}$

Voor de berekening van de niveaureductie ten gevolge van de absorptie bij reflecties is het volgende gegeven nodig:

N_{refl} het aantal reflecties (zie ook § 2.3) tussen bron- en waarneempunt [-].

De berekening verloopt volgens de formule:

$$\Delta L_R = N_{refl} \cdot \delta_{refl} \qquad (2.26)$$

waarin δ_{refl} de niveaureductie ten gevolge van één reflectie is. Voor gebouwen en reflecterende geluidschermen geldt voor alle octaafbanden δ_{refl} = 1 dB. Voor alle andere objecten geldt δ_{refl} = 0 dB voor alle octaafbanden, tenzij het object aantoonbaar geluidabsorberend is uitgevoerd. In dat geval geldt per octaafband $\delta_{refl} = -10 \lg(1 - \alpha)$, waarin α de geluidabsorptiecoëfficiënt van het object is in de betrokken octaafband.

Berekening van ΔL_F

De berekening van ΔL_F wordt beschreven voor een enkele reflectie. Bij meer dan een reflectie moeten de niveaureducties voor de afzonderlijke reflecties bij elkaar worden opgeteld, waarbij telkens wordt uitgegaan van het geluidpad van de spiegelbron uit de voorgaande reflectie naar de waarnemer.

De niveaureductie ΔL_F wordt berekend volgens de formule:

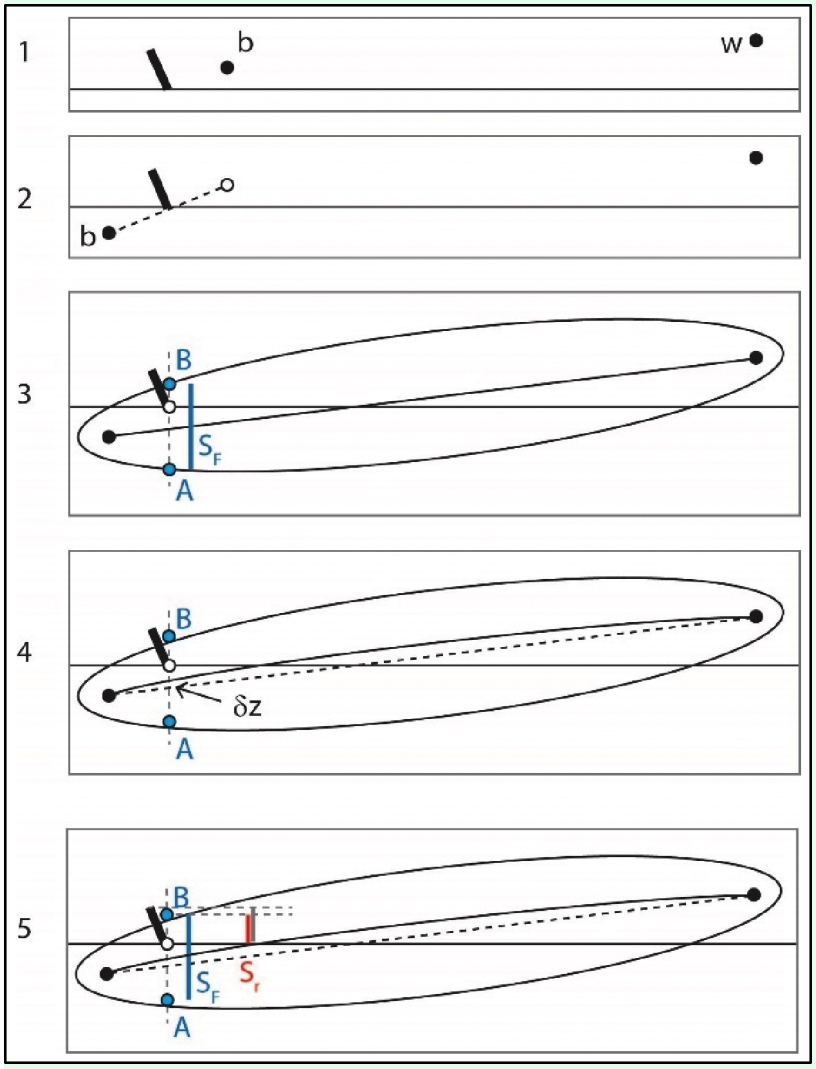
$$\Delta L_F = -20 \lg (S_F / S_F)$$

waarbij wordt verstaan onder:

S_F: een maat voor de verticale afmeting van de Fresnelellipsoide ter plaatse van (de voet van) het reflecterende oppervlak;

S_r: een maat voor het gedeelte van S_F dat ligt tussen de voet en de top van het reflecterende oppervlak.

De berekening van S_F en S_r bestaat uit vijf stappen, die zijn geïllustreerd in figuur 2.6.



Figuur 2.6 Illustratie van vijf stappen (1-5) voor de berekening van S_F en S_r voor reflectie aan een hellend oppervlak.

Stap 1. De posities van de bron (b), waarnemer (w) en het reflecterende oppervlak (in het verticale sectorvlak) vormen het uitgangspunt van de berekening.

Stap 2. De bron wordt vervangen door de spiegelbron (b), door geometrische spiegeling in het reflecterende vlak.

Stap 3. Punten A en B op de Fresnelellipsoide worden bepaald, op een loodrechte lijn ter plaatse van de voet van het scherm. Voor punten p op de Fresnelellipsoide geldt $|bp|+|pw|-|bw| = \lambda/8$, waarin $\lambda = 340/f_i$ de golflengte is bij de middenfrequentie f_i van een octaafband. De waarde van S_F is gelijk aan |AB|.

Stap 4. Punten A en B worden omhoog verschoven over afstand $\delta z = r_b r_w/[26(r_b+r_w)]$ door de invloed van straalkromming. Hierin zijn r_b en r_w de horizontale afstanden tussen b respectievelijk w en de voet van het scherm.

Stap 5. De afmeting S_r wordt berekend als de hoogte van het gedeelte van het verticale lijnstuk tussen A en B dat ligt tussen top en voet van het reflecterende oppervlak.

De waarden van S_F en S_t worden aldus berekend voor alle acht octaafbanden, van 63 Hz (i=1) tot en met 8 kHz (i=8). Op het resulterende spectrum $\Delta L_F(f_i)$ wordt tenslotte een correctie toegepast. Beginnend bij 63 Hz (i=1) wordt bij toenemende frequentie een bovengrens van 3 dB per octaafband opgelegd op het verschil $\Delta L_F(f_{i+1}) - \Delta L_F(f_i)$. Dus voor successievelijk i = 1, …, 7 wordt $\Delta L_F(f_{i+1})$ vervangen door de kleinste van de volgende waarden:
$\Delta L_F(f_{i+1})$,
$\Delta L_F(f_i) + 3$
Als geldt $\Delta L_F(f_1) = \infty$, dan worden alle waarden $\Delta L_F(f_i)$ gelijkgesteld aan ∞. De reflectie kan dan worden verwaarloosd.

2.12. Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidniveau

Het A-gewogen equivalente geluidniveau in octaafband i, symbool $L_{eq,i}$, wordt gegeven door:

$$L_{eq,i} = 10\lg \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \qquad (2.27)$$

waarin de betekenis van de grootheden en de uitwerking ervan analoog zijn aan die van formule 2.1.

3. Standaardmeetmethode

Voor het bepalen van de geluidbelasting met behulp van metingen wordt de aanpak voor L_{den}-metingen gevolgd van de norm NEN-ISO 1996-2:2017, hierna te noemen 'de norm'. Voor de metingen kunnen drie soorten van situaties worden onderscheiden:

1. Een situatie die *binnen* het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. Dat wil zeggen dat de situatie berekend kan worden met de formules uit de standaardrekenmethode. In dat geval kan een gemeten L_{den} worden gebruikt om de geluidbelasting te valideren die met de standaardrekenmethode voor de locatie wordt vastgesteld. Een gemeten L_{den} kan daarmee inzicht bieden in de kwaliteit en betrouwbaarheid van de rekenmethode, mits de metingen ook zelf van voldoende kwaliteit zijn en mits de totale meetonzekerheid correct is bepaald en op navolgbare wijze gerapporteerd. Een gemeten L_{den} kan in deze situatie geen zelfstandige juridische status hebben als 'geluidbelasting' die wordt getoetst aan geluidnormen.
2. Een situatie die *gedeeltelijk binnen en gedeeltelijk buiten* het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. In dit geval kan het nuttig zijn om metingen uit te voeren ter verbetering van de rekenmethode, of om de meetresultaten te gebruiken om rekenresultaten mee te corrigeren. De gehanteerde methode moet worden onderbouwd en moet geschikt zijn voor de specifieke situatie.
3. Een situatie die volledig buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. In dat geval kan het noodzakelijk zijn om de geluidbelasting vast te stellen op basis van metingen.

Naast metingen kunnen, met in achtneming van de onder 1, 2 en 3 genoemde criteria, ook alternatieve reken- of meetmethoden worden gebruikt, als een situatie geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt.

Onder zekere voorwaarden kan van de voorgeschreven werkwijze uit de norm worden afgeweken en kan een eenvoudige methode worden gebruikt. Deze eenvoudige methode is alleen toegestaan voor metingen als bedoeld bij punt 1.

Voor situaties (gedeeltelijk) buiten het toepassingsgebied (punt 2 en 3) is een vereenvoudiging niet aan de orde, omdat dit bijzondere situaties zijn waarvoor per geval naar de meest geschikte mogelijkheden wordt gekeken om een representatieve geluidbelasting te bepalen. Daarbij worden de uitgangspunten gehanteerd van paragraaf 3.3.

3.1 Voorwaarden eenvoudige methode

Voor de meetafstand en meethoogte wordt uitgegaan van een afstand die de invloed van de meteocondities en bodemreflecties op de meetonzekerheid zo klein mogelijk maakt. De locatie moet zo worden gekozen dat er geen beïnvloeding is van andere of kruisende (spoor)wegen of gevelreflecties.

Om volgens de eenvoudige methode een L_{den} te bepalen, moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

A. Voor de meetafstand D tot de weg geldt: $D \leq 20\ (h_s + h_r)$, waarbij h_s de bronhoogte is (*source*) en h_r de meethoogte (*receiver*). De bronhoogte is de hoogte van het wegdek boven maaiveld, vermeerderd met 0,75 m. Voor de meethoogte geldt: $h_r \geq 4$ m.
B. Het gaat om één afzonderlijke weg, met een of meer rijstroken.
C. Er zijn geen reflecterende objecten binnen een afstand $2D$ tot de microfoon.
D. De meetgegevens (verstoorde uren niet meegeteld) hebben betrekking op:
   - ten minste 720 daguren, 240 avonduren en 480 nachturen;
   - met een gelijke verdeling over de weekdagen (elke weekdag heeft tussen 12% en 17% van het totaal aantal uren);
   - waarbij de optreedfrequentie voor de vier meteoklassen ten minste de helft bedraagt van de langtijdgemiddelde optreedfrequentie (zie tabel 3.3);
   - waarbij de temperatuur T na middeling over de gehele meetperiode tussen 5 en 15°C ligt; en
   - de relatieve luchtvochtigheid RH gemiddeld over de gehele meetperiode tussen 70 en 90% ligt.
E. Voor de meetapparatuur geldt: IEC-klasse 2 is toegelaten, mits het bronspectrum naar verwachting breedbandig is (geen tonaal geluid, geen excessief laag- of hoogfrequent geluid, bij twijfel wordt IEC klasse 1 gebruikt); windbol is vereist; meting van ten minste 1 L_{eq}-waarde per seconde (A-gewogen equivalente geluidniveau), of 1 L_E-waarde per event (A-gewogen geluidexpositieniveau). IJking vindt plaats vooraf, achteraf en tussendoor ten minste eens per drie maanden. Verschillen tussen de ijkingen zijn niet groter dan 0,5 dB voor IEC-klasse 1 en 1,5 dB voor IEC-klasse 2 geluidmeters. Als grotere verschillen optreden, worden die in de meetonzekerheid verdisconteerd.

Als aan de criteria onder D niet wordt voldaan, moet de meetperiode worden verlengd.
De metingen worden uitgevoerd volgens de werkwijze van paragraaf 3.2.

3.2 Werkwijze eenvoudige methode

Residueel geluid

De microfoon wordt met zijn gevoeligste richting omhoog georiënteerd. De meetpositie, de omgeving, de meetperiode en apparatuur moeten voldoen aan de voorwaarden uit paragraaf 3.1. Meetwaarden (L_{eq} per seconde of L_E per event) waarbij kortstondig, dat wil zeggen enkele seconden of minuten, verstoring plaatsvindt door residueel geluid, worden buiten de bepaling van de uurgemiddelden gehouden. Herkenning van verstorende geluiden kan gebeuren op basis van spectrale of temporele kenmerken (fluitende vogels, vliegtuigen, sirenetest luchtalarm, tikkende vlaggenmasten, vuurwerk en dergelijke).

De overige meetwaarden worden verwerkt tot uurwaarden, dat wil zeggen uurgemiddelde A-gewogen ruwe waarden L' en uurgemiddelde waarden voor residueel geluid L_{res}. Voor het niveau van het residuele geluid kan de L_{90} of L_{95} worden gebruikt. Bij een zeer drukke weg zal de L_{90} of L_{95} geen representatief beeld van het residueel geluid geven en in dat geval kan het nodig zijn het residueel geluid te schatten.

Markeren en stratificeren

Uurwaarden worden als verstoord beschouwd en buiten beschouwing gelaten als één of meer van onderstaande situaties zich voordoen:

– Overmatig residueel geluid, dat wil zeggen uurwaarden met $L' - L_{res} < 5$ dB;
– Regen (>1,0 mm neerslag per uur);
– Verstoring door windgeruis (direct of indirect zoals door het ritselen van bladeren);
– Niet-representatieve geluidoverdracht (sneeuwdek, dichte mist, extreem lage of hoge temperaturen).

Als richtlijn voor verstoring door windgeruis op de microfoon met een 90 mm windbol gelden de volgende toegestane windsnelheden W_{max}.

Tabel 3.1 Toegestane windsnelheid op microfoonhoogte (richtwaarden)

Passageniveau ($L_{A,max}$) groter dan:	[dB(A)]	40	50	60	70
W_{max}	[m/s]	4	6	8	11

Uren waarbij een hogere uurgemiddelde windsnelheid dan W_{max} aanwezig is, worden als verstoord beschouwd. Om W_{max} uit de tabel af te kunnen lezen moet het (gemiddelde) passageniveau ($L_{A,max}$) voor de microfoonpositie op de meetlocatie bekend zijn. Als dat passageniveau niet uit de meetgegevens zelf kan worden afgeleid, kan het geschat worden, bijvoorbeeld met behulp van vergelijkbare metingen van elders of met berekeningen op basis van een geschikt rekenmodel.

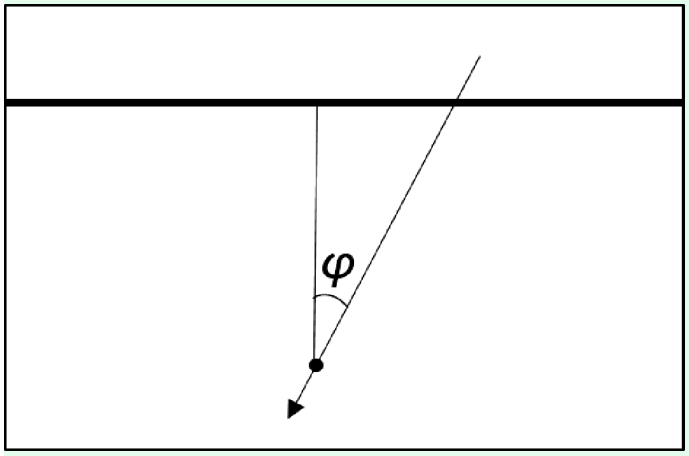
De volgende meteogegevens zijn van belang: windrichting, windsnelheid, neerslag, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Deze worden bij voorkeur van een eigen meetstation op de meetlocatie betrokken. Als geen eigen neerslagwaarden beschikbaar zijn, worden registraties van de KNMI-neerslagradars gebruikt. Als ook die niet beschikbaar zijn, worden uurgegevens van de twee of drie meest nabije KNMI-weerstations of gelijkwaardig gebruikt, waarbij voor elk uur het maximale neerslagniveau (mm) van die weerstations wordt gebruikt, als *worst-case* benadering voor de geluidmeetlocatie.
De uurwaarden voor L' en L_{res} die worden meegenomen in de analyse worden gecorrigeerd voor het aandeel residueel geluid volgens de formule:

$$L = L' + 10\lg(1 - 10^{\frac{L_{res}-L'}{10}}) \qquad (3.1)$$

Meteostratificatie

Op basis van de meewindcomponent V_{mee} van de windsnelheid V_{wind}, gemeten op 10 m hoogte, moet per uur worden bepaald van welke meteoklasse M1 tot en met M4 sprake is. Als φ de hoek is tussen de windrichting en dominante voortplantingsrichting vanuit de geluidbron (dat is meestal de kortste verbindingslijn tussen de weg en de meetpositie), wordt deze component gegeven door:

$$V_{mee} = V_{wind} \cos(\varphi) \qquad (3.2)$$



Figuur 3.1 Bepaling van de hoek φ.

De meteoklassen hangen af van de meteorologische dag en nacht, en van de meewindcomponent zoals in tabel 3.2 aangegeven.

Tabel 3.2 Meteoklassen eenvoudige methode.

Meteoklasse	Omschrijving	Overdag	's Nachts
M1	ongunstig	$V_{mee} < 1$ m/s	$V_{mee} < -1$ m/s
M2	homogeen	1 m/s ≤ V_{mee} < 3 m/s	niet van toepassing
M3	gunstig	3 m/s ≤ V_{mee} ≤ 6 m/s	niet van toepassing

Meteoklasse	Omschrijving	Overdag	's Nachts
M4	zeer gunstig	$V_{mee} > 6$ m/s	$V_{mee} \geq -1$ m/s

De mate waarin deze meteoklassen tijdens de meetperiode optreden, zal in het algemeen afwijken van de langtijdgemiddelde optreedfrequentie van deze meteoklassen. Om een representatieve L_{den}-waarde te bepalen is het nodig om de metingen te corrigeren voor het verschil tussen de optreedfrequentie in de meetperiode en de langtijdgemiddelde optreedfrequentie. Daartoe wordt van elke meetdag *k* het energetisch gemiddelde geluidniveau $L_{p,m,k}$ per etmaalperiode en per meteoklasse bepaald over de uurwaarden. Daarin geeft de index *p* de drie etmaalperioden aan (dag 7-19 uur, avond 19-23 uur, nacht 23-7 uur) en de index *m* de vier meteoklassen (M1, M2, M3, M4).
Daarnaast wordt de fractie $q_{p,m,k}$ berekend. Deze is gedefinieerd als het aantal geldige meeturen per meteoklasse *m*, gedeeld door het aantal geldige uren van die etmaalperiode. Per etmaalperiode (*p*) van elke meetdag (*k*) geldt $\sum_m q_{p,m,k} = 1$.
Het equivalente geluiddrukniveau per etmaalperiode en per meteoklasse, aangeduid met $L_{p,m}$, wordt over de gehele meetperiode bepaald met weging naar $q_{p,m,k}$:

$$L_{p,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{Q_{p,m}} \sum_k q_{p,m,k} 10^{\frac{L_{p,m,k}}{10}} \right) \text{ dB} \qquad (3.3)$$

waarin $Q_{p,m}$ als volgt is gedefinieerd:

$$Q_{p,m} = \sum_k q_{p,m,k}$$

Deze met $q_{p,m,k}$ gewogen energetische middeling van geluidwaarden is nodig om de bijdragen van onafhankelijke metingen correct te verwerken. Alleen metingen afkomstig uit verschillende etmalen gelden meteorologisch als onafhankelijk van elkaar. Het totale aantal bijdragende etmalen kan worden berekend door $Q_{p,m}$ te sommeren over de meteoklassen: $\Sigma_m Q_{p,m}$.
Voor de standaardafwijking $u_{p,m}$ die de onzekerheid in de emissie representeert voor $L_{p,m}$, geldt dat alle $L_{p,m,k}$ onafhankelijke metingen betreffen. De standaardafwijking u_m kan daarom worden berekend volgens de formule:

$$u_{p,m} = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{p,m}}{10}} + S_{p,m} \right) - L_{p,m} \quad \text{dB} \qquad (3.4)$$

waarin $S_{p,m}$ wordt bepaald door

$$S_{p,m}^2 = \frac{1}{Q_{p,m}} \sum_k q_{p,m,k} \left(10^{\frac{L_{p,m,k}}{10}} - 10^{\frac{L_{p,m}}{10}} \right)^2 \qquad (3.5)$$

Verwerking meetresultaat per periode

Voor het extrapoleren van de meetresultaten naar een jaargemiddelde waarde is het noodzakelijk de langtijdgemiddelde optreedfrequenties $f_{optreed,p,m}$ van de verschillende meteoklassen in elke etmaalperiode te kennen. De optreedfrequentie wordt in tabel 3.3 opgezocht bij de betrokken etmaalperiode *p* en bij de sectorhoek die van toepassing is op de meetsituatie. Voor meetlocaties op grotere afstand van De Bilt kan een eigen langtijdgemiddelde worden bepaald op basis van uurgegevens van een nabijgelegen KNMI-meetstation over een recente periode van ten minste 20 jaar.

Tabel 3.3 Optreedfrequentie $f_{optreed}$ per sectorhoek van de meewindcomponent in De Bilt (1989-2018). Hier representeert 0° een meewindrichting van noord naar zuid, 90° van oost naar west, enz.

sectorhoek (°)	*p*=dag				*p*=avond; *p*=nacht			
'van' – 't/m'	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
350 – 10	0,7	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
10 – 30	0,7	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
30 – 50	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5

sectorhoek (°)	p=dag				p=avond; p=nacht			
'van' – 't/m'	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
50 – 70	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
70 – 90	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
90 – 110	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
110 – 130	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
130 – 150	0,6	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
150 – 170	0,6	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
170 – 190	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
190 – 210	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
210 – 230	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
230 – 250	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
250 – 270	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
270 – 290	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
290 – 310	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
310 – 330	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
330 – 350	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6

Het jaargemiddelde geluidniveau per etmaalperiode, L_p, wordt als volgt bepaald:

$$L_p = 10 \lg \left(\sum_m f_{\text{optreed},p,m} 10^{\frac{L_{p,m}}{10}} \right) \quad \text{dB} \tag{3.6}$$

De totale meetonzekerheid voor L_p bedraagt:

$$u_p = \sqrt{\sum_m c_{p,m}^2 u_{p,m}^2 + u_{\text{wind}}^2 + u_{\text{nat}}^2 + u_{\text{meteo}}^2 + u_{\text{res}}^2 + u_{\text{slm}}^2} \tag{3.7}$$

waarin de gevoeligheidscoëfficiënten $c_{p,m}$ zijn gedefinieerd als

$$c_{p,m} = \frac{f_{\text{optreed},p,m} 10^{\frac{L_{p,m}}{10}}}{10^{\frac{L_p}{10}}} \tag{3.8}$$

en waarin de overige bronnen van meetonzekerheid als volgt zijn bepaald:

- u_{wind} is de onzekerheid door het schrappen van uurwaarden met te harde wind. Ook het geluid in die geschrapte periodes draagt bij aan het totale geluid in de gemeten situatie. Hiervoor geldt: $u_{\text{wind}} = (6/W_{\text{max}})^2$ [dB].
- u_{nat} is de onzekerheid als gevolg van het meten tijdens periodes met een natte windbol. Een natte windbol kan tot enkele uren na de regenbui een effect hebben van enkele dB's. Voor een langdurige meetperiode, zoals bij de eenvoudige methode, is het percentage natte uren niet variabel en is het effect te schatten op $u_{\text{nat}} = 0{,}3$ dB. Op basis van artikel 8.3 van de ISO-norm kan de meetonzekerheid nauwkeuriger worden bepaald, als het geluideffect voor het type microfoon en windbol afhankelijk van de neerslagwaarde en opdroogtijd in detail bekend is.
- u_{meteo} is de onzekerheid in het bepalen van de juiste meteoklasse. Deze wordt geschat op 0,3 dB. Met annex F.1 van de ISO-norm kan het effect nauwkeuriger worden bepaald.
- u_{res} is de onzekerheid in het bepalen van het residueel geluid op basis van L_{90} of L_{95} tijdens onbemande metingen. Deze wordt geschat op 0,5 dB. Met annex F.2 van de ISO-norm kan het effect nauwkeuriger worden bepaald.
- u_{slm} is de meetonzekerheid van de meetketen. Deze bedraagt 0,5 dB voor IEC-klasse 1 en 1,5 dB voor IEC-klasse 2 geluidmeters. De bij de ijkingen gevonden afwijkingen kunnen aanleiding geven om hogere onzekerheden in rekening te brengen.

Bepaling L_{den}

De resultaten van dag, avond en nacht worden samengenomen om de L_{den} met de bijbehorende meetonzekerheid te bepalen. De L_{den} wordt berekend met:

$$L_{\text{den}} = 10\lg\left(\tfrac{12}{24}10^{L_{\text{dag}}/10} + \tfrac{4}{24}10^{(L_{\text{avond}}+5)/10} + \tfrac{8}{24}10^{(L_{\text{nacht}}+10)/10}\right) \quad \text{dB} \qquad (3.9)$$

De meetonzekerheid bedraagt:

$$u_{\text{den}} = \sqrt{\left[\left(\frac{12}{24}10^{\frac{L_{\text{dag}}}{10}}\right)^2 u_{\text{dag}}^2 + \left(\frac{4}{24}10^{\frac{L_{\text{avond}}+5}{10}}\right)^2 u_{\text{avond}}^2 + \left(\frac{8}{24}10^{\frac{L_{\text{nacht}}+10}{10}}\right)^2 u_{\text{nacht}}^2\right] / 10^{\frac{L_{\text{den}}}{10}}} \qquad (3.10)$$

Het eindresultaat wordt genoteerd met 95% betrouwbaarheidsinterval. De grootte van dat interval is tweemaal de standaard meetonzekerheid. De notatie is 'L_{den} = [L_{den}] ± 2 [u_{den}] dB (95% BI)', waarin de rechte haken de getalswaarden aangeven.

Vergelijking met standaardrekenmethode

Als de gemeten L_{den} wordt vergeleken met een L_{den}-waarde die voor de onderzochte situatie is bepaald met de standaardrekenmethode, zijn er aanvullende factoren waar rekening mee gehouden moet worden:

- Komt de gemodelleerde omgeving in het rekenmodel overeen met die bij de metingen?
- Komt het wegdektype in het model overeen met die bij de metingen?
- Komen de verkeersgegevens (intensiteiten en snelheden per voertuigcategorie) overeen, voor zover bekend?
- Betreft de berekende L_{den}-waarde de actuele situatie of een plafondsituatie/basisgeluidemissie?

Bij een vergelijking van berekende en gemeten L_{den}-waarde moet in elk geval rekening worden gehouden met het potentiële verschil tussen de momentane en gemiddelde emissie over de levensduur voor wegdekken. Akoestisch is dit een effect met een zaagtandverloop in de tijd, waarbij de cyclus ten minste enkele jaren bedraagt. Daarnaast moet rekening worden gehouden met het emissieverhogend effect van een nat wegdek, dat wel in de meetwaarden aanwezig zal zijn maar niet in de berekende waarden. Ook wordt de temperatuurcorrectie betrokken bij een vergelijking van metingen en berekeningen. De correctiemethode daarvoor houdt in dat formule 3.1 wordt gecorrigeerd met C_{temp} (uur) = 0,05 (T_{lucht}(uur) – 20), waarna nogmaals de formules 3.3, 3.6 en 3.9 worden toegepast. De te rapporteren waarde van de temperatuurcorrectie is gelijk aan het verschil tussen de L_{den} met en zonder toepassing van deze correctiemethode.

Rapportage eenvoudige methode

1. Het doel van de metingen.
2. Naam en adres van de instantie en naam van de personen die de meting hebben uitgevoerd.
3. Datum en plaats van de metingen.
4. Gegevens van de weg: aantal rijstroken, type wegdekverharding, de aanwezige geluidmaatregelen, de verkeerintensiteiten en snelheden volgens opgaaf van de bronbeheerder, en (als die beschikbaar is) de met de standaardrekenmethode berekende L_{den} voor de meetpositie en een bronverwijzing (naam, datum en kenmerk van het akoestisch onderzoek waarin die berekeningen zijn opgenomen).
5. Omschrijving en foto's van de meetlocatie: omgeving, bodem met eventuele begroeiing, meetpositie.
6. Een lijst van de gebruikte meetapparatuur en type microfoons en analyseapparatuur/software met serienummers en de laatste kalibratiedatum, als dat van toepassing is.
7. Het verloop van de temperatuur en luchtvochtigheid tijdens de gehele meetperiode, apart voor alle dagperioden en voor alle nachtperioden; het verloop van de uurwaarde L (uit formule 3.1) over het etmaal, apart per weekdag, als energetisch gemiddelde over de gehele meetperiode.
8. Een kwantitatieve onderbouwing waaruit blijkt dat aan de voorwaarden voor eenvoudige methode is voldaan. Een lijst van eventuele afwijkingen van de voorgeschreven methode die mogelijk van invloed zijn op het resultaat.
9. Het percentage van de ongeldige uren op het totaal aantal (geldige en ongeldige) uren, uitgesplitst naar oorzaak van verstoring (overmatig residueel geluid, regen, wind, niet-representa-

tieve geluidoverdracht); de gehanteerde maximale waarde van de windsnelheid W_{max} met een toelichting van die keuze.
10. Meetonzekerheidsberekening voor dag, avond en nacht.
11. De L_{den} en het 95%-betrouwbaarheidsinterval, de schatting van de temperatuurcorrectie.
12. Bij vergelijking van gemeten en berekende L_{den}: een beschrijving van overeenkomsten en verschillen in uitgangspunten en waar mogelijk een kwantitatieve inschatting daarvan; een kwantitatieve inschatting van het effect van eventuele afwijkingen van de voorgeschreven meetsituatie en meetperiode ten opzichte van de werkelijke meetsituatie en meetperiode.
13. Als voor de meetsituatie een eigen langtijdgemiddelde optreedfrequentie is bepaald: een beschrijving van de gebruikte gegevens en de wijze van verwerking tot een langtijdgemiddelde.

3.3 Uitgangspunten bepaling geluidbelasting

Voor metingen met het doel een geluidbelasting of correctiewaarde vast te stellen (in situaties geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode) gelden de eisen en werkwijzen van de ISO-norm met inachtneming van de volgende bijzondere uitgangspunten:
1. Instrumentatie: volgens artikel 5 van de norm, met als aanvulling dat in tertsbanden van 25 Hz tot 10 kHz wordt gemeten.
2. Als het onvermijdelijk is om te meten op locaties met geluid van meerdere wegen en/of spoorwegen, worden de bijdragen per weg of spoorweg eerst uitgesplitst, voordat de overige bewerkingen, controles en correcties worden uitgevoerd. Voor het uitsplitsen kan afhankelijk van de lokale situatie worden gebruik gemaakt van bijvoorbeeld detectielussen, lichtsluizen of hulpmicrofoons dichtbij elke bron.
3. De geluidbelasting kan op drie manieren wordt bepaald, volgens artikel 10.6.1, 10.6.2 of 10.6.3 van de norm.
4. Er wordt gestreefd naar een totale meetonzekerheid van niet meer dan ±1 dB. De meetonzekerheid binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval is per definitie tweemaal zo groot, dus bij voorkeur niet meer dan ±2 dB.
5. Het resultaat van de meting is een L_{den} die met bijbehorende meetonzekerheid binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval wordt opgegeven, met de volgende notatiewijze: L_{den} = 61,2 ± 1,8 dB (95% BI). De uiteindelijke geluidbelasting (voor juridische context) wordt op hele dB's afgerond en zonder marge opgegeven, in dit voorbeeld 61 dB.
6. Residueel geluid ('achtergrondgeluid') wordt verwerkt volgens annex I van de norm.
7. Meteostratificatie (M1, M2, M3 en M4) is nodig voor inzicht in representativiteit en voor correctie naar de langtijdgemiddelde situatie. In sommige gevallen moet een geschikt overdrachtsmodel worden gebruikt voor deze correctie. Bij de meteostratificatie kan het nodig zijn de aanpak van annex A van de norm te volgen. In dat geval zijn de optreedfrequenties van tabel 3.3 niet van toepassing, omdat deze op basis van eenvoudige uitgangspunten zijn vastgesteld. Meteogegevens voor wind, temperatuur en luchtvochtigheid worden bij voorkeur op de meetlocatie geregistreerd, maar kunnen worden betrokken van nabije KNMI-stations. Voor neerslag moeten eigen registraties op de meetlocatie worden gebruikt.
8. Correctie voor de luchtdemping volgens annex D.1 van de norm, naar 10°C en 80% RH voor Nederland.
9. Emissiestratificatie is nodig voor inzicht in representativiteit en voor correctie naar de maatgevende emissie of referentiesituatie. Deze correctie is volgens annex D.2 van de norm. Voor wegdekken wordt gecorrigeerd naar 20°C volgens paragraaf 4.1.5 van het rekenvoorschrift.
10. Als daar aanleiding voor is, moeten de meetwaarden ook worden gecorrigeerd voor het verschil tussen de wegdekkwaliteit tijdens de meetperiode en de gemiddelde kwaliteit over de levensduur.
11. Meetwaarden tijdens en na neerslag: volgens artikel 8.3 van de norm. Voor meetwaarden tijdens de opdroogperiode van de windbol wordt rekening gehouden met extra meetonzekerheid. Meetwaarden tijdens uren met te harde wind worden geschrapt, zo ook meetwaarden bij een nat wegdek. Meetwaarden tijdens uren met een sneeuwdek, dichte mist, extreem lage of hoge temperaturen worden geschrapt vanwege niet-representatieve geluidoverdracht.
12. Rapportage zoals bij de eenvoudige methode, met aanvullend: tabellen met gemiddelde meetwaarden per meetdag (gesplitst per etmaalperiode en meteoklasse), een analyse van de meetonzekerheid volgens annex F van de norm.

4. Wegdekcorrectie

4.1. Metingen

4.1.1

Om de wegdekcorrectie voor een bepaald product te bepalen, worden metingen uitgevoerd op ten minste vijf verschillende, geografisch gescheiden werken[2] met hetzelfde product volgens de Statistical Pass-By-methode (SPB-methode), beschreven in NEN-EN-ISO 11819-1:2001. Volgens de SPB-methode worden de geluidniveaus gemeten van afzonderlijke voertuigpassages. Het meetpunt ligt op 7,5 m uit het hart van de rijstrook waarop de te meten voertuigen passeren. Naast het geluidniveau wordt ook de voertuigsnelheid gemeten.

4.1.2

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de drie voertuigcategorieën: lichte motorvoertuigen, middelzware en zware motorvoertuigen. Voor het bepalen van de wegdekcorrectie zijn alleen de gemeten geluidniveaus L_{Amax} van passages van lichte en zware motorvoertuigen van belang. De wegdekcorrectie voor middelzware motorvoertuigen wordt gelijkgesteld aan de wegdekcorrectie voor zware motorvoertuigen. Bij de lichte voertuigen worden de voertuigen, bedoeld in categorie 1b in annex B van NEN-EN-ISO 11819-1:2001, buiten beschouwing gelaten.

4.1.3

In afwijking van NEN-EN-ISO 11819-1:2001 geldt het volgende:

- De meethoogte bedraagt 3,0 m.
- De in NEN-EN-ISO 11819-1:2001 gestelde eisen aan de akoestische eigenschappen van het bodemgebied op de meetlocatie hoeven niet strikt te worden gevolgd, wel wordt aanbevolen om bij de keuze van de meetlocaties zoveel mogelijk met deze eisen rekening te houden.
- Als richtlijn geldt dat op elke locatie metingen aan ten minste 100 lichte en 50 zware motorvoertuigen beschikbaar moeten zijn. Het kan voorkomen dat deze aantallen op een locatie niet zijn gehaald, bijvoorbeeld omdat er onvoldoende vrachtwagens passeren. Het resultaat van die locatie kan dan wel worden meegenomen bij de verdere analyse voor het vaststellen van de wegdekcorrectie. Uiteindelijk bepaalt de grootte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde over alle meetlocaties of het eindresultaat betrouwbaar genoeg is.

4.1.4

Op het moment van publicatie van de wegdekcorrectie van een wegdekproduct zijn de achterliggende meetgegevens niet ouder dan tien jaar. Bij wijziging van een referentiespectrum uit tabel 4.1 of de referentiewaarden uit 4.3.5 moeten de wegdekcorrecties opnieuw worden vastgesteld met inachtneming van de termijn van tien jaar.

4.1.5

De luchttemperatuur op 1,2 m boven het wegoppervlak ligt tijdens de metingen tussen 5°C en 30°C. Bij de gemeten geluidniveaus wordt een temperatuurcorrectie opgeteld, waarmee alle meetresultaten worden genormaliseerd naar een referentietemperatuur van 20°C. De temperatuurcorrecties $C_{temp,m}$ voor m = 1 (lichte motorvoertuigen) en m = 3 (zware motorvoertuigen) worden bepaald uit de luchttemperatuur T_{lucht} (in°C op 1,2 m hoogte boven het wegdek) volgens de formules:

$$C_{temp,1} = 0{,}05 \cdot (T_{lucht} - 20) \text{ (voor lichte motorvoertuigen)} \quad (4.1)$$

$$C_{temp,3} = 0{,}03 \cdot (T_{lucht} - 20) \text{ (voor zware motorvoertuigen)} \quad (4.2)$$

4.2. Bepalen van het gemiddelde geluidniveau per voertuigcategorie en per meetlocatie

4.2.1

Per meetlocatie worden de lineaire regressielijnen voor lichte en zware motorvoertuigen bepaald van het A-gewogen gemeten geluidniveau (na temperatuurcorrectie) als functie van lg(v_m), waarin v_m de snelheid is van voertuigcategorie m. Er wordt onderscheid gemaakt tussen lichte motorvoertuigen (m = 1) en zware motorvoertuigen (m = 3).

[2] Een wegvak met aaneensluitende dagproducties wordt beschouwd als één werk.

4.2.2

De SPB-meting voor lichte of zware motorvoertuigen is niet bruikbaar voor het vaststellen van de wegdekcorrectie als bij de gemiddelde snelheid van de gemeten lichte of zware motorvoertuigen de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de regressielijn, na afronding op één decimaal, groter is dan

$$0{,}3 \cdot \sqrt{\left(\frac{99}{N_1} - 1\right)} \qquad (4.3)$$

en

$$0{,}8 \cdot \sqrt{\left(\frac{49}{N_3} - 1\right)} \qquad (4.4)$$

Hierin is N_1 het aantal gemeten lichte motorvoertuigen en N_3 het aantal gemeten zware motorvoertuigen op de meetlocatie. Als voor een voertuigcategorie na uitsluiting van een of meer locaties op grond van deze eis minder dan vijf locaties over blijven, kan voor die voertuigcategorie geen wegdekcorrectie (of verouderingscorrectie, zie 4.4.2) worden bepaald.

4.2.3

Uit de regressielijn volgt voor discrete waarden van de snelheid van 30, 40, ... 130 km/u (in stappen van 10 km/u, voor zware motorvoertuigen tot en met 100 km/u), het gemiddelde A-gewogen geluidniveau en het 95%-betrouwbaarheidsinterval van dat gemiddelde.

4.2.4

Bij N_1 lichte en N_3 zware motorvoertuigen wordt een gemiddeld A-gewogen geluidniveau uit 4.2.3 als 'betrouwbaar' gekwalificeerd als de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval, na afronding op één decimaal, kleiner is dan of gelijk is aan:

$$0{,}3 \cdot \sqrt{\left(\frac{99}{N_1} - 1\right)} \qquad (4.5)$$

en

$$0{,}8 \cdot \sqrt{\left(\frac{49}{N_3} - 1\right)} \qquad (4.6)$$

4.3. Bepalen van de initiële wegdekcorrectie uit middeling over verschillende locaties

4.3.1

Met het gemiddelde geluidniveau per voertuigcategorie en per meetlocatie, bepaald volgens paragraaf 4.2, zijn er bij elke discrete waarde van de snelheid v_m (in stappen van 10 km/u) per voertuigcategorie m ten minste vijf gemiddelde waarden van op verschillende locaties k (k = 1, 2, ...) gemeten totale A-gewogen geluidniveaus $L_{k,m}(v_m)$ van voertuigpassages. Van de beschikbare waarden bij iedere snelheid is een deel als 'betrouwbaar' gekwalificeerd op basis van de grenzen aan het 95%-betrouwbaarheidsinterval in 4.2.4. Vervolgens wordt bij iedere snelheid gecontroleerd of van deze als betrouwbaar gekwalificeerde waarden de maximale spreiding tussen de verschillende locaties kleiner is dan 2,0 dB(A). Als de spreiding groter is, dan wordt de locatie met de waarde die het meeste afwijkt van het gemiddelde van de als betrouwbaar gekwalificeerde waarden voor de betrokken voertuigcategorie buiten beschouwing gelaten. Zo nodig wordt dit proces herhaald totdat de spreiding kleiner is dan 2,0 dB(A). Blijven er voor een voertuigcategorie minder dan vijf locaties over, dan kan voor die voertuigcategorie geen wegdekcorrectie worden bepaald.

4.3.2

Per voertuigcategorie m wordt van de (ten minste vijf) gemiddelde geluidniveaus $L_{k,m}(v_m)$ van de afzonderlijke meetlocaties bij snelheid v_m (in stappen van 10 km/u) een gewogen gemiddelde $L_{gem,m}(v_m)$ berekend op basis van de grootte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval, volgens de formule:

$$L_{gem,m}(v_m) = \frac{\sum_i \frac{L_{k,m}(v_m)}{\Delta 95\% ci_{k,m}(v_m)^2}}{\sum_i \frac{1}{\Delta 95\% ci_{k,m}(v_m)^2}} \qquad (4.7)$$

Hierin is $\Delta 95\% ci_{k,m}$ de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor locatie k en voertuigcategorie m. In het gemiddelde worden alle waarden $L_{k,m}(v_m)$ meegenomen, dus niet alleen de waarden die op basis van 4.2.4 als betrouwbaar zijn gekwalificeerd.

4.3.3

Bij de gemiddelde waarden over de locaties bij snelheid v_m, $L_{gem,m}(v_m)$, wordt $\Delta 95\% ci_{gem,m}(v_m)$, de helft van de grootte van het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval, bepaald, volgens:

$$\Delta 95\% ci_{gem,m}(v_m) = \frac{1}{\sqrt{\sum_i \frac{1}{\Delta 95\% ci_{k,m}(v_m)^2}}} \qquad (4.8)$$

4.3.4

Uit de gemiddelde waarden over alle locaties $L_{gem,m}(v_m)$ bij discrete waarden van de snelheid v_m (in stappen van 10 km/u) wordt per voertuigcategorie *m* het verband afgeleid tussen het totale A-gewogen geluidniveau en de logaritme van de snelheid, met lineaire regressie volgens $a_m + b_m \lg(v_m/v_{0,m})$. De lineaire regressie wordt gebaseerd op de gemiddelde waarden bij snelheid v_m die voldoen aan de volgende eisen:

– lichte motorvoertuigen (m = 1): snelheidsbereik 30-130 km/u en $\Delta 95\% ci_{gem,1}(v_m)$ (na afronding op één decimaal) ≤ 0,3
– zware motorvoertuigen (m = 3): snelheidsbereik 30-100 km/u en $\Delta 95\% ci_{gem,3}(v_m)$ (na afronding op één decimaal) ≤ 0,8.

De referentiesnelheid $v_{0,m}$ is gelijk aan 80 km/u voor lichte motorvoertuigen (m = 1) en 70 km/u voor zware motorvoertuigen (m = 3).

4.3.5

Uit het verschil tussen de waarden a_m en b_m uit de regressie volgens 4.3.4 en de waarden $a_{ref,m}$ en $b_{ref,m}$ van het referentiewegdek worden de waarden Δ_{Lm} en τ_m bepaald volgens de formules:

$$\Delta L_m = a_m - a_{ref,m} \qquad (4.9)$$

$$\tau_m = b_m - b_{ref,m} \qquad (4.10)$$

waarin:

$a_{ref,1} = 77{,}2$ en $b_{ref,1} = 30{,}6$ voor lichte motorvoertuigen (m = 1) bij metingen op 3,0 m hoogte;

$a_{ref,3} = 84{,}4$ en $b_{ref,3} = 27{,}0$ voor zware motorvoertuigen (m = 3) bij metingen op 3,0 m hoogte.

4.3.6

Per meetlocatie en per voertuigcategorie wordt het (lineair of rekenkundig) gemiddelde frequentiespectrum in acht octaafbanden (met middenfrequenties van 63 tot en met 8.000 Hz) berekend over

alle gemeten frequentiespectra van individuele voertuigpassages op het moment dat het maximum geluidniveau tijdens de passage optreedt. Vervolgens wordt per octaafband lineair gemiddeld over de locaties, zonder weging op grond van betrouwbaarheid. Als een locatie op grond van 4.2.2 of 4.3.1 buiten beschouwing is gelaten, wordt het frequentiespectrum van die locatie ook in de middeling van de octaafbandwaarden niet meegenomen. Van de octaafbandwaarden van dit over de meetlocaties gemiddelde spectrum wordt de energetische som bepaald. Vervolgens wordt de energetische som van alle octaafbandwaarden afgetrokken, waarna de energetische som over de octaafbanden van het 'genormeerde' spectrum gelijk is aan 0 dB(A).

4.3.7

Van de genormeerde octaafbandwaarden uit 4.3.6 worden de octaafbandwaarden $a_{nref,i,m}$ van het genormeerde spectrum van het referentiewegdek uit tabel 4.1 afgetrokken. Bij iedere octaafbandwaarde van het verschil wordt vervolgens de waarde ΔL_m uit 4.3.5 opgeteld. Dit levert de octaafbandwaarden van de snelheidsonafhankelijke term van de initiële wegdekcorrectie $\Delta L_{i,m}$, waarin i het nummer is van de octaafband (i = 1, 2 ... 8, voor de octaafbanden van 63 Hz tot en met 8.000 Hz).

Tabel 4.1 Octaafbandwaarden $a_{nref,i,m}$ van de genormeerde frequentiespectra van het geluidniveau in het meetpunt bij het referentiewegdek

Voertuigcategorie	Middenfrequentie octaafband [Hz]							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Lichte motorvoertuigen (m = 1)	-33,2	-27,3	-20,3	-11,7	-2,5	-5,1	-13,6	-24,3
Zware motorvoertuigen (m = 3)	-32,2	-25,5	-17,2	-5,7	-3,0	-7,6	-15,5	-24,9

4.3.8

De waarden $\Delta L_{i,m}$ en τ_m, leggen de initiële wegdekcorrectie $C_{initieel,i,m}$ in octaafbanden vast volgens de formule:

$$C_{initieel,i,m}(v_m) = \Delta L_{i,m} + \tau_m lg\,(v_m/v_{0m}) \qquad (4.11)$$

De initiële wegdekcorrectie is alleen geldig voor die snelheden waarbij $\Delta 95\% ci_{gem,m}(v_m)$, na afronding op één decimaal, kleiner is dan of gelijk is aan 0,1 voor lichte motorvoertuigen (m = 1) en kleiner of gelijk is aan 0,4 dB(A) voor zware motorvoertuigen (m = 3). Het geldige snelheidsbereik voor de wegdekcorrectie zal in het algemeen voor lichte en zware motorvoertuigen verschillend zijn.

4.4. Bepalen van de verouderingscorrectie (C_{tijd})

4.4.1

De verouderingscorrectie $C_{tijd,i,m}$ van een specifiek product volgt per octaafband *i* en voertuigcategorie *m* uit het verschil tussen het gemiddelde resultaat van SPB-metingen op locaties met een nieuw wegdek ($SPB_{nieuw,i,m}$) en het gemiddelde resultaat van SPB-metingen op locaties waar hetzelfde wegdektype of -product langer in gebruik is dan 75% van de verwachte levensduur ($SPB_{>75\%levensduur,i,m}$) volgens de formule:

$$C_{tijd,i,m} = (SPB_{>75\%levensduur,i,m} - SPB_{nieuw,i,m})/2 \qquad (4.12)$$

waarin:

$$SPB_{nieuw,i,m} = a_{ref,m} + b_{ref,m}\,lg(v_{x,m}/v_{0,m}) + a_{nref,i,m} + C_{initieel,i,m}(v_{x,m}) \qquad (4.13)$$

met de waarden $a_{ref,m}$ en $b_{ref,m}$ uit 4.3.5, $a_{nref,i,m}$ volgens tabel 4.1 en $C_{initieel,i,m}$ zoals bepaald in 4.3.8. De verouderingscorrectie wordt een vaste waarde van de snelheid $v_{x,m}$. Voor snelheid $v_{x,m}$ moet gelden dat deze binnen het snelheidsbereik ligt waarvoor de initiële wegdekcorrectie $C_{initieel}$ geldig is volgens 4.3.8.

De waarden voor $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ kunnen op drie manieren worden verkregen. Het heeft de voorkeur om de waarden voor $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ vast te stellen op basis van SPB-metingen aan wegvakken aan het einde van de levensduur van het betrokken wegdektype of product. Deze methode staat beschreven in 4.4.2. Als er wel SPB-metingen beschikbaar zijn aan oudere wegvakken maar onvoldoende of geen daarvan betreffen wegvakken aan het einde van de levensduur, kan op basis van de extrapolatiemethode (zie 4.4.3) ook een $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ worden vastgesteld.

Bij nieuwe wegdektypen of -producten zijn er logischerwijs geen meetgegevens aan oudere wegvakken beschikbaar. In dat geval kan tijdelijk de $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ worden gebaseerd op de waarden van een standaard wegdektype (zie 4.4.4). Zodra er voldoende oudere wegvakken beschikbaar zijn, kan de verouderingscorrectie worden vervangen en worden gebaseerd op metingen.

4.4.2

De waarden $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ worden bepaald uit de resultaten van SPB-metingen op ten minste vijf verschillende locaties waar het wegdek ouder is dan 75% van de verwachte levensduur. Na temperatuurcorrectie volgens 4.1.5 worden per meetlocatie en per voertuigcategorie de regressielijnen bepaald volgens 4.2.1 en wordt $\Delta 95\%ci_{k,m}$ (de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval) getoetst bij snelheid $v_{x,m}$ (in plaats van bij de gemiddelde snelheid). De $\Delta 95\%ci_{k,m}$ moet kleiner of gelijk zijn aan 0,3 dB voor lichte motorvoertuigen of 0,8 dB voor zware motorvoertuigen. Na eventuele uitsluiting van meetlocaties op grond van deze toets zijn per voertuigcategorie ten minste vijf locaties beschikbaar om de verouderingscorrectie te kunnen bepalen. Van die locaties wordt:

a. het gemiddelde A-gewogen geluidniveau $L_{rgem,m}(v_{x,m})$ bepaald door de waarden van de regressielijnen bij snelheid $v_{x,m}$ rekenkundig te middelen; en
b. het gemiddelde frequentiespectrum berekend over de gemeten individuele voertuigpassages (per voertuigcategorie afzonderlijk) en genormeerd volgens 4.3.6, zodat de energetische som over de octaafbanden van het genormeerde spectrum gelijk is aan 0 dB(A).

Sommatie van $L_{rgem,m}(v_{x,m})$ en de octaafbandwaarden van het genormeerde spectrum levert $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$.

4.4.3

Als er nog geen wegdekken beschikbaar zijn die al langer in gebruik zijn dan 75% van de verwachte gemiddelde levensduur, is er de mogelijkheid om de waarden $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ via extrapolatie af te leiden uit de resultaten van SPB-metingen op (ten minste) vijf locaties met wegdekken die ten minste vier jaar in gebruik zijn. Daarbij moet van elke locatie met een ten minste vier jaar oud wegdek bekend zijn hoe lang het wegdek al op die locatie in gebruik is. Van de locaties worden (na temperatuurcorrectie volgens paragraaf 4.1.5) per voertuigcategorie de regressielijnen bepaald volgens 4.2.1 en wordt $\Delta 95\%ci_{k,m}$ (de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval) getoetst bij snelheid $v_{x,m}$ (in plaats van bij de gemiddelde snelheid). Na eventuele uitsluiting van meetlocaties op grond van deze toets moeten per voertuigcategorie ten minste vijf locaties beschikbaar zijn. Van elke locatie wordt de SPB-waarde bij $v_{x,m}$ en het bijbehorende octaafbandspectrum bepaald. Van deze resultaten wordt het rekenkundig gemiddeld octaafbandspectrum vastgesteld wat resulteert in de $SPB_{>4jaar,i,m}$. Het verloop tussen $SPB_{nieuw,i,m}$ en $SPB_{>4jaar,i,m}$ wordt geëxtrapoleerd van de gemiddelde gebruiksduur T_{ggd} van de meetlocaties met ten minste vier jaar oude wegdekken naar 80% van de verwachte gemiddelde levensduur $T_{80\%}$ van het betrokken wegdek volgens de formule:

$$SPB_{>75\%levensduur,i,m} = SPB_{nieuw,i,m} + \left(SPB_{>4jaar,i,m} - SPB_{nieuw,i,m}\right) \cdot \left(\frac{T_{80\%}}{T_{ggd}}\right) \qquad (4.14)$$

4.4.4

Als van een specifiek product geen wegdekken voorhanden zijn om de verouderingscorrectie C_{tijd} vast te stellen, kan deze worden gebaseerd op de gegevens van het standaard (generieke) wegdektype waartoe het wegdek behoort. In dat geval wordt $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ overgenomen van het betrokken wegdektype en op basis daarvan wordt de verouderingscorrectie $C_{tijd,i,m}$ vastgelegd met behulp van formule 4.12.

De $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ voor een bepaald wegdektype kan voor snelheid $v_{x,m}$ worden bepaald uit tabel 4.2a met de regressieparameters $a_{>75\%levensduur,i,m}$ en $b_{>75\%levensduur,i,m}$ en onderstaande vergelijking:

$$SPB_{>75\%levensduur,i,m} = a_{>75\%levensduur,i,m} + b_{>75\%levensduur,m} \log(v_{x,m}/v_0) \quad (4.15)$$

De waarden voor $a_{>75\%levensduur,i,m}$ en $b_{>75\%levensduur,m}$ zijn opgenomen in tabel 4.2.

Tabel 4.2a Coëfficiënten voor $a_{>75\%levensduur,i,m}$ en $b_{>75\%levensduur,m}$ voor lichte motorvoertuigen

Volg nr	Wegdektype	$a_{>75\%levensduur,i,lv}$								$b_{>75\%}$
		i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	
1	Referentiewegdek	44,0	49,9	56,9	65,5	74,7	72,1	63,6	52,9	30,6
2	1L ZOAB	44,1	53,5	59,6	68,9	76,1	70,2	62,5	55,0	24,1
3	Akoestisch geoptimaliseerd 1L ZOAB	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
4	2L ZOAB	44,5	52,8	58,3	64,2	72,3	67,3	60,2	52,1	27,6
5	2L ZOAB fijn	43,0	52,2	56,6	62,4	70,2	65,3	60,0	52,2	30,5
6	SMA 0/5	46,2	50,0	58,2	67,9	73,9	70,4	62,6	52,6	29,6
7	SMA 0/8	45,4	51,0	58,0	66,5	75,1	71,9	63,9	53,2	29,6
8	Akoestisch geoptimaliseerd SMA	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
9	Uitgeborsteld beton	46,2	50,6	59,3	68,8	78,3	74,0	64,5	53,9	32,0
10	Geoptim. uitgeborsteld beton	44,9	50,3	58,6	67,6	76,9	71,7	62,7	52,2	31,6
11	Fijngebezemd beton	46,2	50,5	60,7	68,7	77,4	75,9	66,0	53,6	38,3
12	Oppervlak- bewerking	46,2	52,0	60,6	70,6	79,8	73,3	63,7	53,2	30,4
13	Elementen- verharding keperverband	52,5	59,3	65,4	71,6	79,5	72,6	65,5	54,9	33,1
14	Elementen- verharding niet in keperverband	56,5	62,5	67,3	73,7	83,6	76,1	69,4	57,6	33,5
15	Stille elementen- verharding	52,0	56,9	62,8	69,4	74,6	67,3	61,7	53,0	28,9
16	Dunne deklagen A	44,9	49,5	56,6	64,7	73,7	70,3	61,9	52,4	28,1
17	Dunne deklagen B	44,2	48,1	56,0	65,6	71,8	68,1	60,5	50,6	29,1

Tabel 4.2b Coëfficiënten voor $a_{>75\%levensduur,i,m}$ en $b_{>75\%levensduur,m}$ voor (middel)zware motorvoertuigen

Volg nr	Wegdektype	$a_{>75\%levensduur,i,(m)zv}$								$b_{>75\%}$
		i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	
1	Referentiewegdek	52,2	58,9	67,2	78,7	81,4	76,8	68,9	59,5	27,0
2	1L ZOAB	52,8	60,5	69,4	79,6	78,2	73,2	67,1	59,8	27,2
3	Akoestisch geoptimaliseerd 1L ZOAB	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
4	2L ZOAB	52,7	59,9	67,7	74,7	76,4	71,3	65,0	56,6	31,7
5	2L ZOAB fijn	52,7	59,3	66,0	74,2	76,1	70,3	64,2	56,3	26,2
6	SMA 0/5	52,2	58,9	67,2	78,7	81,4	76,8	68,9	59,5	27,0
7	SMA 0/8	52,2	58,9	67,2	78,7	81,4	76,8	68,9	59,5	27,0
8	Akoestisch geoptimaliseerd SMA	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
9	Uitgeborsteld beton	52,2	60,0	67,6	78,4	81,2	76,1	67,8	58,5	31,4

Volg nr	Wegdektype	$a_{>75\%levensduur,i,(m)zvv}$								$b_{>75\%}$
		i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	
10	Geoptim. uitgebor-steld beton	51,9	59,9	65,5	77,5	79,8	74,4	67,2	57,8	20,4
11	Fijngebezemd beton	52,2	62,2	69,6	80,6	83,4	78,0	69,0	59,5	30,7
12	Oppervlak- bewerking	52,2	60,9	69,0	79,7	80,7	74,7	67,0	57,8	28,7
13	Elementen- verharding keperverband	60,7	68,3	75,7	84,8	86,2	77,3	70,8	61,5	29,5
14	Elementen- verharding niet in keperverband	64,7	71,5	77,6	86,9	90,3	80,8	74,7	64,2	29,9
15	Stille elementen- verhar-ding	52,6	60,3	68,6	80,9	85,0	79,2	71,1	59,9	27,0
16	Dunne deklagen A	52,5	59,3	67,6	78,9	81,6	77,0	69,2	59,7	27,5
17	Dunne deklagen B	52,5	59,3	67,6	78,9	81,6	77,0	69,2	59,7	27,5

4.5. Bepalen van de wegdekcorrectie uit de initiële wegdekcorrectie en C_{tijd}

4.5.1

De wegdekcorrectie voor octaafband i, voertuigcategorie m en snelheid v_m volgt uit $\Delta L_{i,m}$, τ_m en $C_{tijd,i,m}$ volgens:

$$C_{wegdek,i,m}(v_m) = \sigma_{i,m} + \tau_m \log v_m/v_{0,m} \qquad (4.16)$$

Met

$$\sigma_{i,m} = \Delta L_{i,m} + C_{tijd,i,m} \qquad (4.17)$$

De referentiesnelheid $v_{0,m}$ is gelijk aan 80 km/u voor lichte motorvoertuigen (m = 1) en 70 km/u voor middelzware en zware motorvoertuigen (m = 2 of m = 3).

4.5.2

Voor middelzware voertuigen (m = 2) wordt de wegdekcorrectie gelijkgesteld aan de wegdekcorrectie voor zware voertuigen.

4.5.3

Om het effect van het wegdek op de geluidniveaus te kunnen beoordelen of te kunnen vergelijken met andere wegdektypen, is het wenselijk dat deze als ééngetalswaarde kan worden uitgedrukt. Om tot deze ééngetalswaarde te komen wordt gebruikgemaakt van een standaardspectrum voor wegverkeersgeluid. Het resultaat is een inschatting van het wegdekeffect in geluidberekeningen, maar geldt derhalve als indicatief.

De wegdekcorrectie, $C_{wegdek,m}$, in dB(A) wordt berekend volgens de formule:

$$C_{wegdek,m} = \sigma_m + \tau_m \log(v_m/v_{0,m}) \qquad (4.18)$$

De waarde σ_m volgt uit $\sigma_{i,m}$ en de octaafbandwaarden van het genormeerde standaardspectrum voor het geluid van wegverkeer, $L_{weg,i,m}$, uit tabel 4.3:

$$\sigma_m = 10 \log\left(\sum 10^{((\sigma_{i,m}+L_{weg,i,m})/10)}\right) \qquad (4.19)$$

Tabel 4.3 Octaafbandwaarden $L_{weg,i,m}$ voor octaafband i en voertuigcategorie m van het genormeerde standaardspectrum voor wegverkeersgeluid

i =	1	2	3	4	5	6	7	8
Middenfrequentie octaafband [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{weg,i,1}$ (lichte motorvoertuigen)	-24	-23	-21	-13	-2,5	-5	-13	-27
$L_{weg,i,3}$ (zware motorvoertuigen)	-17	-17	-15	-8	-3	-6,5	-14	-27

4.6 Indeling wegdek in categorie

Een wegdekproduct wordt ingedeeld in een wegdektype gebaseerd op civieltechnische eigenschappen en de gemeten wegdekcorrectie. Bij het indelen in een wegdektype geldt de volgende op de eengetalswaarde geluidreductie gebaseerde, voorwaarde: $C_{wegdek,lv,categorie} - C_{wegdek,lv,product} > 0,0$ als de indeling plaats vindt op basis van alleen lichte motorvoertuigen en $C_{wegdek,m,categorie} - C_{wegdek,m,product} > -0,5$ als de indeling plaatsvindt voor zowel lichte als zware motorvoertuigen.

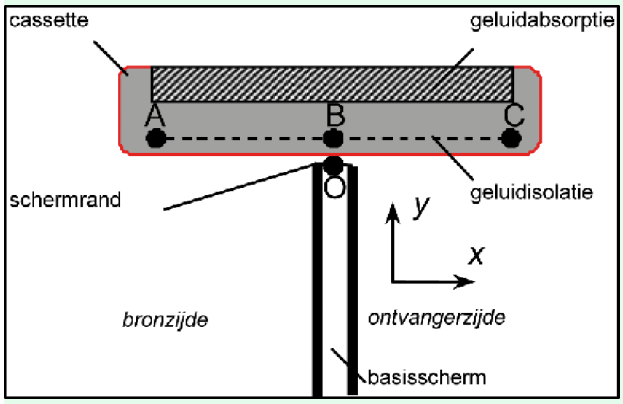
5. Rekenregel schermtop

5.1. Definitie

In dit hoofdstuk wordt de rekenregel beschreven voor de bepaling van de waarde van de correctieterm van een schermtop (C_T) als bedoeld in paragraaf 2.10 van hoofdstuk 2 van deze bijlage.

De in dit hoofdstuk beschreven rekenregel is alleen toepasbaar voor een zogenaamde 'T-top', die voldoet aan de volgende geometrische randvoorwaarden (zie figuur 5.1):

- punt A ligt aan de weg- of bronzijde van het scherm. De (horizontale) afstand tussen punt A en punt B is ten minste 1,0 m. Punt A ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B met een tolerantie van ± 0,1 m;
- bij de aansluiting van de T-top op het verticale scherm bij het punt O zijn spleten tot niet meer dan 10 mm toelaatbaar;
- punt C ligt aan de ontvangerzijde van het scherm. De (horizontale) afstand tussen punt B en punt C is ten minste 1,0 m. Punt C ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B ± 0,1 m.



Figuur 5.1 Schematische weergave van de T-top.

Daarnaast gelden de volgende eisen aan geluidisolatie en -absorptie:

- Geluidisolatie van de T-top: Tussen punten A en B en tussen punten B en C is geluidisolerend materiaal aanwezig, waarvan de geluidisolatie (DL_R) ten minste 20 dB(A) is, bepaald volgens NEN-EN 1793-2 voor het standaard-wegverkeersgeluidspectrum. Voor gesloten (niet poreuze) panelen is hieraan voldaan als het oppervlaktegewicht op de lichtste plaats ten minste 15 kg/m^2 is.
- Geluidabsorptie van de T-top: Het geluidabsorberend materiaal is over de gehele breedte tussen punten A en C aanwezig boven de geluidisolerende panelen. Het geluidabsorberende materiaal bevindt zich niet onder de denkbeeldige lijn tussen punten A en C. De initiële geluidabsorptie van een nieuwe T-top is zodanig dat de niveaureductie door absorptie DL_α, zoals bepaald volgens NEN-EN 1793-1 ten minste 9 dB(A) is voor wegverkeerslawaai.

5.2. Rekenregel

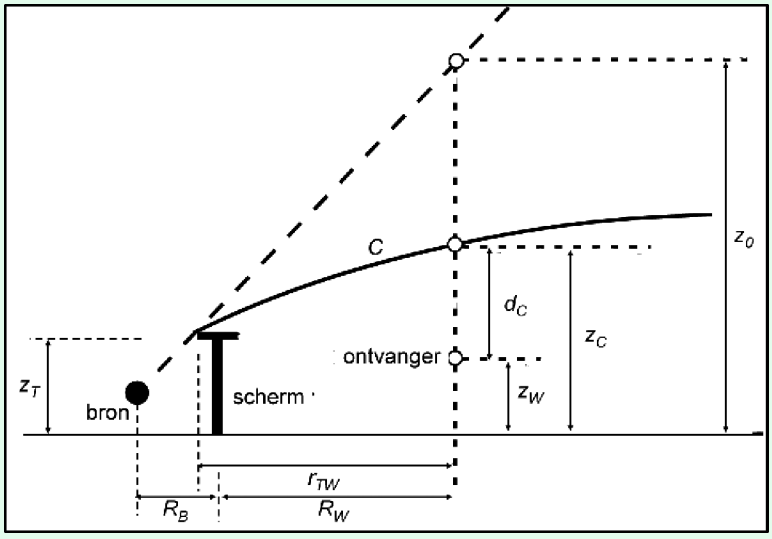
De waarde van de correctieterm C_T is onafhankelijk van de frequentie en wordt voor iedere bronpunt – waarneempunt verhouding afzonderlijk berekend. De berekening gebeurt in twee stappen.

1. De eerste stap bepaalt een kromme C in het verticale vlak door een bronpunt en een waarneempunt. De kromme start voor elk sectorvlak in het punt op de rand van de schermtop aan de bronzijde. De kromme wordt beschreven volgens de formule:

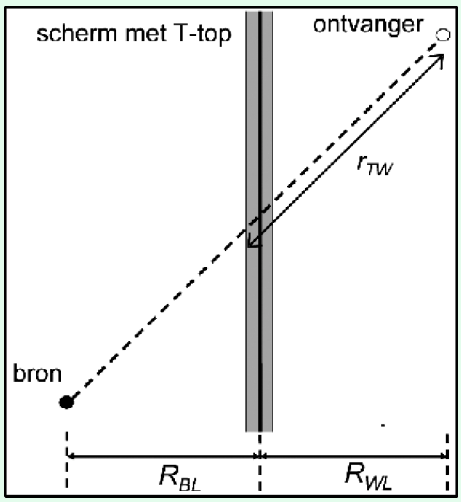
$$z_C(r_{TW}) = z_0(r_{TW}) - \frac{r_{TW}}{C_1} - \left(\frac{r_{TW}}{C_2}\right)^2 \qquad (5.1)$$

waarbij wordt verstaan onder:
$z_C(r_{TW})$: de hoogte van de kromme C van de bron ter plaatse van het waarneempunt;
$z_0(r_{TW})$: de hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt;
r_{TW}: de horizontale afstand tussen de rand van de schermtop (aan de bronzijde) en de ontvanger;
C_1 en C_2: constanten.

De parameters zijn grafisch weergegeven in figuur 5.2 en figuur 5.3.



Figuur 5.2 Dwarsdoorsnede van de berekening van de verticale afstand d_C tussen de kromme C en de ontvanger.



Figuur 5.3 Bovenaanzicht van de berekening van de afstand r_{TW} tussen het scherm en de ontvanger.

De verticale afstand d_C tussen de kromme C en het waarneempunt wordt berekend volgens de formule:

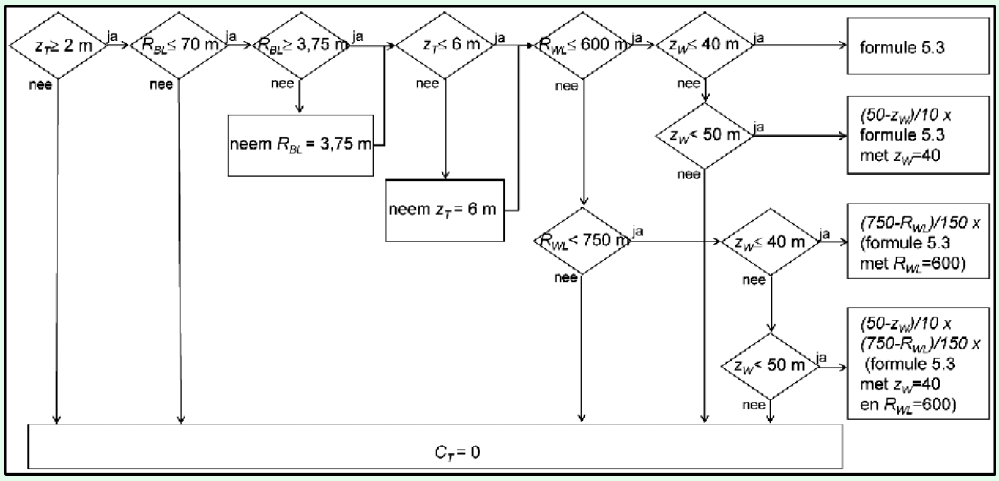
$$d_C = z_W - z_C \qquad (5.2)$$

waarbij:
z_W: de hoogte is van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil (horizontaal vlak waarin z=0) [m];
z_C: de hoogte is van de kromme C ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt [m]; en
de term d_C negatief als het waarneempunt lager is dan de kromme C.

2. In de tweede stap wordt de waarde van C_T bepaald volgens de in figuur 5.4 weergegeven procedure.

Naast de al vermelde parameters d_C en r_{TW}, zijn de volgende gegevens nodig:
R_B: de horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidscherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];
R_w: de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];
R_{BL}: de afstand tussen bron en geluidscherm gemeten langs de kortste verbindingslijn [m];
R_{WL}: de afstand tussen geluidscherm en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindingslijn [m];
z_T: de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil [m];
z_W: de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil [m].

Ook deze parameters zijn grafisch weergegeven in figuur 5.2 of figuur 5.3.



Figuur 5.4 Procedure voor de bepaling van de waarde van C_T.

De basisberekening van C_T is verloopt volgens de formule:

$$C_T = \begin{cases} A & \text{voor } d_C \leq -C_3 r_{TW} \\ A\dfrac{C_3 r_{TW} - d_C}{2C_3 r_{TW}} & \text{voor } -C_3 r_{TW} < d_C < C_3 r_{TW} \\ 0 & \text{voor } d_C \geq -C_3 r_{TW} \end{cases} \qquad (5.3)$$

met:
C_3 en A: constanten.

De waarden van de constanten voor de in paragraaf 5.1 beschreven T-top zijn weergegeven in de onderstaande tabel. De constante C_0 heeft als waarde de breedte van de rand van de T-top aan de wegzijde ten opzichte van het midden van het scherm.

Tabel 5.1 Waarden van de constanten ter bepaling van de correctieterm voor een schermtop

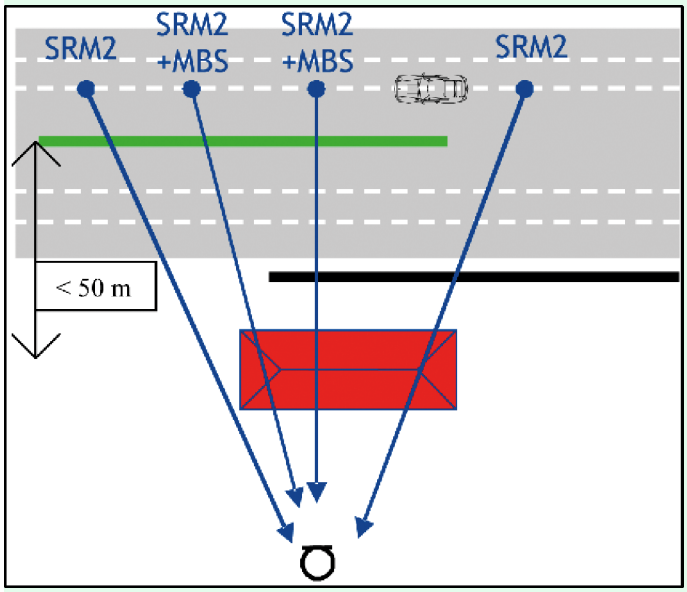
Constante	C_0	C_1	C_2	C_3	A
Waarde voor T-top	1,0	8,3	150	0,13	5,0

6. Rekenregel middenbermscherm

6.1. Definitie

In dit hoofdstuk wordt de rekenregel beschreven voor de bepaling van de waarde van de correctieterm voor een middenbermscherm als bedoeld in paragraaf 2.10 van deze bijlage.
De in dit hoofdstuk beschreven rekenregel is alleen toepasbaar voor een zogenaamd middenbermscherm dat voldoet aan de volgende voorwaarden.

De middenbermcorrectie, C_{mbs}, is van toepassing op die afschermende objecten die bestaan uit dunne wanden en waarvoor geldt dat in het pad tussen bron- en waarneempunt zich behalve het genoemde afschermende object een tweede afschermend object bevindt op een afstand van, loodrecht gemeten, ten hoogste 50 m en waarvan de hoogte ten minste gelijk is aan de bronhoogte. Daarnaast bevindt zich tussen beide afschermende objecten ten minste één rijlijn. Als niet aan deze voorwaarden voldaan is, dan wordt de afschermende werking van het 'middenbermscherm' op eenzelfde manier bepaald als van andere afschermende objecten, zoals beschreven in paragraaf 2.10 van deze bijlage.



Figuur 6.1 Schematische weergave van situaties waarbij het effect van een middenbermscherm wordt bepaald volgens de rekenregel middenbermscherm.

Als het tweede afschermende object een gebouw is, dan bevindt dat gebouw zich ook op een afstand van het middenbermscherm van ten hoogste 50 m. Deze afstand is gemeten loodrecht op het middenbermscherm en is de afstand tussen beide voor de afscherming bepalende diffractieranden. Zie figuur 6.1.

Het effect van een wand tussen de beide rijbanen in tunnelbakken, een soort middenbermscherm, wordt niet op deze wijze bepaald omdat deze situatie extra complex is en vooralsnog niet is geverifieerd of de effecten op een juiste wijze worden beschreven. Een weg wordt geacht in een tunnelbak te liggen als er sprake is van een betonnen bakconstructie waarbij het niveau van het wegdek ten minste 2 m onder het maaiveld ligt. Nader onderzoek naar toepassingsmogelijkheden voor tunnelbakken wordt nog uitgevoerd.

6.2. Rekenregel

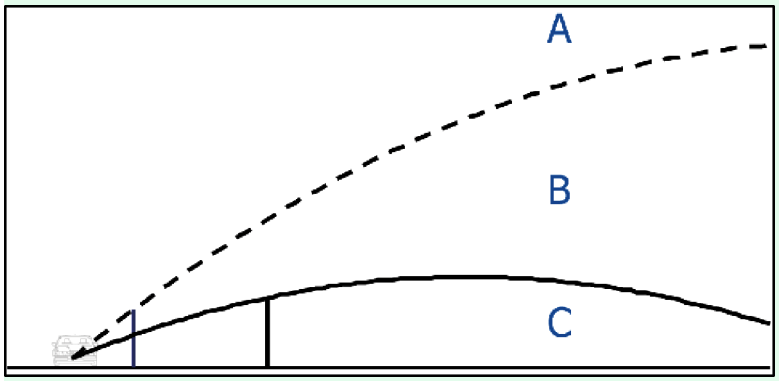
De correctieterm voor een middenbermscherm, C_{mbs}, wordt bepaald in twee stappen:

1. Er worden drie gebieden onderscheiden waarin het waarneempunt zich kan bevinden;
2. Per gebied wordt aangegeven hoe de middenbermcorrectie moet worden bepaald.

De middenbermcorrectie voor een waarneempunt is gelijk aan de middenbermcorrectie zoals die wordt bepaald voor het gebied waarin het waarneempunt zich bevindt.

Stap 1: de te onderscheiden gebieden

Er wordt onderscheid gemaakt in drie gebieden zoals weergegeven in figuur 6.2. De lijnen zijn respectievelijk de lijn van het bronpunt over het dichtstbijzijnde afschermende object gebogen volgens de straal met een kromming als aangegeven in paragraaf 2.10 en de gebogen lijn over het verst afgelegen afschermende object met eenzelfde kromming.



Figuur 6.2 Indeling van de gebieden ter bepaling van effect middenbermscherm; gebied A: het gebied boven beide lijnen; gebied B: het gebied tussen de twee lijnen; gebied C: het gebied onder beide lijnen.

Het waarneempunt ligt boven de gekromde lijn door de top van het middenbermscherm als:

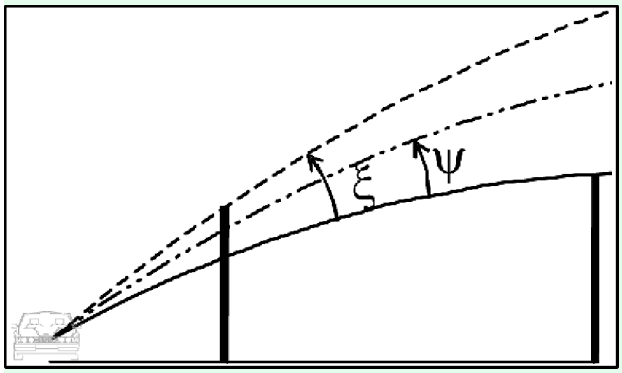
$$z_w > z_b + \frac{R}{R_{mbs}}\left[z_{mbs} - \frac{R_{mbs}(R - R_{mbs})}{26R} - z_b\right] \qquad (6.1)$$

Het waarneempunt ligt boven de gekromde lijn door de top van het zijscherm als:

$$z_w > z_b + \frac{R}{R_{zs}}\left[z_{zs} - \frac{R_{zs}(R - R_{zs})}{26R} - z_b\right] \qquad (6.2)$$

waarbij:
z_w: de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil;
z_b: de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil;
z_{mbs}: de hoogte van het middenbermscherm ten opzichte van het referentiepeil;
z_{zs}: de hoogte van het zijscherm ten opzichte van het referentiepeil;
R_{mbs}: de horizontale afstand tussen bron en middenbermscherm;
R_{zs}: de horizontale afstand tussen bron en zijbermscherm;
R: de horizontale afstand tussen waarneempunt en bronpunt.

Binnen de gebieden B en C wordt C_{mbs} berekend op basis van de hoek ξ tussen de twee lijnen die gebied B begrenzen. Voor ontvangers binnen gebied B moet ook de hoek ψ tussen de gekromde lijn van de bron naar de ontvanger en de gekromde lijn van de bron door de top van het zijscherm worden bepaald, zie figuur 6.3.



Figuur 6.3 Illustratie van de hoeken ξ en ψ.

ξ: de hoek tussen de raaklijnen in het bronpunt aan de gekromde lijnen van de bron over het maatgevende diffractiepunt van beide afschermende objecten;
ψ: de hoek tussen de raaklijnen in het bronpunt aan de gekromde lijnen van de bron over het maatgevende diffractiepunt van het zijbermscherm en de gekromde lijn tussen het bronpunt en het waarneempunt.

De hoeken ξ en ψ worden berekend volgens de formules:

$$\xi = \xi_{mbs} - \xi_{zs} \qquad (6.3)$$

$$\xi_{mbs} = \arctan\left\{\frac{1}{R_{mbs}}\left[z_{mbs} - \frac{R_{mbs}(R - R_{mbs})}{R} - z_b\right] + \frac{1}{26}\right\}\frac{180}{\pi} \qquad (6.4)$$

$$\xi_{zs} = \arctan\left\{\frac{1}{R_{zs}}\left[z_{zs} - \frac{R_{zs}(R - R_{zs})}{R} - z_b\right] + \frac{1}{26}\right\}\frac{180}{\pi} \qquad (6.5)$$

$$\varphi = \arctan\left\{\frac{z_w - z_b}{R} + \frac{1}{26}\right\}\frac{180}{\pi} - \xi_{zs} \qquad (6.6)$$

Stap 2: Berekening van C_{mbs}

De waarde van C_{mbs} wordt als volgt bepaald:
$C_{mbs} = C_{mbs\,(A)}$ als het waarneempunt zich in gebied A bevindt;
$C_{mbs} = C_{mbs\,(B)}$ als het waarneempunt zich in gebied B bevindt;
$C_{mbs} = C_{mbs\,(C)}$ als het waarneempunt zich in gebied C bevindt.

Bepaling $C_{mbs\,(A)}$

Voor waarneempunten in gebied A wordt $C_{mbs\,(A)}$ bepaald volgens de methode zoals beschreven in paragraaf 2.10 volgens de formule:

$$C_{mbs\,(A)} = H\,F(N_f) \qquad (6.7)$$

waarbij:
H de effectiviteit van het scherm is,
$F(N_f)$ een functie met argument N_f (het fresnelgetal) is;

Bepaling $C_{mbs\,(C)}$

Voor waarneempunten in gebied C geldt een vaste waarde die wordt berekend aan de hand van hoek ξ (in graden) tussen de twee lijnen die gebied B begrenzen. Hoek ξ wordt ter plaatse van de bron bepaald. De correctie wordt gegeven door:

als ξ ≤ 0 : $C_{mbs\,(C)} = 5 + \frac{5\xi}{6}$ met $C_{mbs\,(C)} \geq 0$ (6.8)

als ξ > 0 : $C_{mbs\,(C),i} = 5 + \frac{5\xi}{3}\left(\frac{i}{8}\right)$ met $C_{mbs\,(C),i} \leq 5 + 5\left(\frac{i}{8}\right)$ (6.9)

waarbij *i* de octaafbandindex is.

Bepaling $C_{mbs\,(B)}$

Voor waarneempunten in gebied B is de correctie afhankelijk van de ligging van het waarneempunt. Deze wordt uitgedrukt in de hoek ψ (in graden) tussen de gekromde lijn van de bron naar de ontvanger en de gekromde lijn van de bron naar het zijscherm. $C_{mbs\,(B)}$ wordt bepaald volgens de formules:

als $0 < \frac{\psi}{\xi} \leq \frac{1}{2}$: $C_{mbs\,(B),i} = C_{mbs\,(C),i} + \left(\frac{2\psi}{\xi}\right)\left[5 + 2\xi\left(\frac{i}{8}\right) - C_{mbs\,(C),i}\right]$ (6.10)

als $\frac{1}{2} < \frac{\psi}{\xi} \leq 1$: $C_{mbs\,(B),i} = 5 + 4\xi\left(1 - \frac{\psi}{\xi}\right)\left(\frac{i}{8}\right)$ (6.11)

met $C_{mbs\,(B),i} \leq 5 + 20\left(\frac{i}{8}\right)$

waarbij *i* de octaafbandindex is.

De correctie in gebied B wordt alleen toegepast als de lijn door de top van het middenbermscherm hoger ligt dan die door de top van het zijscherm. De hoek ξ heeft dan een positieve waarde. In situaties waarin de hoek ξ negatief is (bij een relatief laag middenbermscherm) worden waarneempunten binnen gebied B behandeld zoals in gebied C.

7. Meet- en rekenregel diffractor

7.1 Definitie

In dit hoofdstuk wordt de rekenregel beschreven voor de bepaling van de correctieterm voor een diffractor als bedoeld in paragraaf 2.10 van deze bijlage. De in dit hoofdstuk beschreven rekenregel is alleen toepasbaar voor een zogenaamde diffractor die niet op een afschermend object of grondlichaam is geplaatst.

7.2 Rekenregel

Het diffractoreffect wordt berekend volgens de formule:

$C_{diff} = C_{i,diff,hard} \cdot max\{0,(1 - 0{,}6 \cdot B_{voor} - 0.6 \cdot B_{na})\} \cdot max\{min[1 + 10 \cdot (N_f + 0.1),1],0\}$ (7.1)

waarbij wordt verstaan onder:
$C_{i,diff,hard}$: het diffractoreffect met een nabijgelegen volledig harde bodem voor octaafbandindex *i;*
B_{voor}: de gemiddelde absorptiefractie tussen de diffractor en de bron met een maximum horizontale afstand van 10 m (vanaf de rand diffractor);
B_{na}: de gemiddelde absorptiefractie tussen de diffractor en de ontvanger met een maximum horizontale afstand van 10 m (vanaf de rand van de diffractor);
N_f: het fresnelgetal.

Het fresnelgetal N_f wordt bepaald volgens de methode beschreven in hoofdstuk 2.10. Hierbij geldt:

$z_B = z'_B + \Delta h$ (7.2a)

$z_T = z'_T + \Delta h$ (7.2b)

$z_W = z'_W$ (7.2c)

waarbij wordt verstaan onder:
z'_B: de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil [m];
z'_T: de hoogte van het midden van de diffractor, vermeerderd met 65 cm, ten opzichte van het referentiepeil met een maximum waarde gelijk aan z'_B -10 cm [m];

$z'_{W;}$ de hoogte van het waarneempunt ten opzicht van het referentiepeil [m]; en

$\Delta h = max\{0{,}2 \cdot \min[15, R - 5]/15\}$ voor $i \leq 5$ (7.3a)

$\Delta h = max\{0{,}2 \cdot \min[30, R - 5]/30\}$ voor $i \geq 6$ (7.3b)

waarbij wordt verstaan onder:
R: de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt [m].

In het geval van afscherming achter de diffractor, vanuit de bron gezien, wordt het fresnelgetal bepaald door de positie van de top van het maatgevende scherm als waarneempunt te beschouwen. In het geval van afscherming voor de diffractor wordt het fresnelgetal bepaald door de positie van de top van dit scherm als bronpositie te beschouwen.

$C_{i,diff,hard}$ wordt berekend volgens de formules:

$$C_{i,diff,hard} = max\left\{0, -0.7 \cdot \max\left[r_d - 1.7 - {}^{d_d}/_{2}, 0\right] \cdot \cos(min[|\theta|, 60]) + A_{i,diff}\right\} \quad voor\ A_{i,diff} > 0 \qquad (7.4a)$$

$$C_{i,diff,hard} = min\left\{0, +0.3 \cdot \max\left[r_d - 1.7 - {}^{d_d}/_{2}, 0\right] \cdot \cos(min[|\theta|, 60]) + A_{i,diff}\right\} \quad voor\ A_{i,diff} < 0 \qquad (7.4b)$$

$C_{i,diff,hard} = 0$ voor $i = 1{,}7$ en 8 (7.4c)

waarbij wordt verstaan onder:
$A_{i,diff}$: de producteigenschap van de diffractor voor octaafbandindex i [dB];
d_d: de totale breedte van de diffractor [m];
r_d: de afstand van het rijlijnsegment tot het midden van de diffractor [m];
θ: de hoek, beschouwd in het horizontale platte vlak, van de zichtlijn met de normaal van de diffractor [°].

7.3 Meettechnische bepaling producteigenschappen van een diffractor

7.3.1 Algemeen

De producteigenschappen $A_{i,diff}$ worden volgens de regels in dit hoofdstuk bepaald.

Deze methode is geschikt voor het bepalen van akoestische eigenschappen van een diffractor onder de volgende voorwaarden:
De diffractor is bedoeld om langs een weg geplaatst te worden op dezelfde hoogte als de weg.
Metingen van de geluiddruk worden uitgevoerd met een afgedekte en onafgedekte diffractor.
Een geluidbron, zoals een luidspreker, wordt dicht bij de grond gebruikt.
Een akoestisch harde bodem is aanwezig tussen de geluidbron en de microfoonpositie.
De akoestische eigenschappen worden bepaald in 1/3 octaafbanden van 100 tot en met 2.500 Hz.
De omrekening naar octaafbanden vindt plaats door toepassing van het standaard geluidspectrum voor wegverkeer zoals opgenomen is in NEN-EN 1793-3:1997.

7.3.2 Meetopstelling en omstandigheden

Eisen meetopstelling:
- Harde, vlakke bodem;
- Ingegraven diffractor;
- Geen reflecterende objecten in de omgeving;
- Minimale lengte diffractor van 30 m.

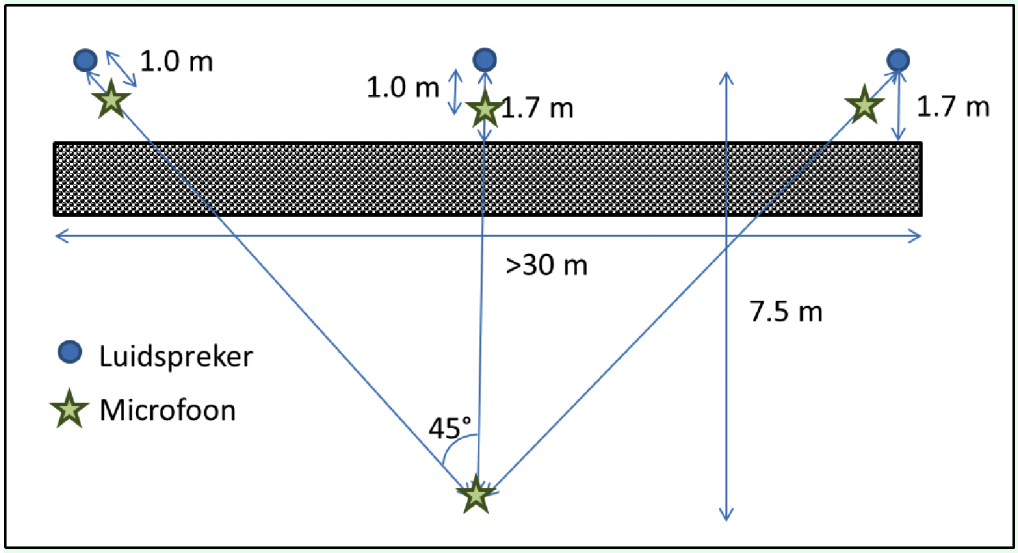
De metingen voldoen aan NEN-EN 1793-4:2015 op de volgende aspecten:
- Meetapparatuur;
- Testsignaal;
- Achtergrondgeluid;
- Wind;
- Temperatuur.

Metingen worden uitgevoerd met een luidspreker met een hoogte tussen 10 en 20 cm boven de bodem, op een afstand van 1,70 m tot de rand van de diffractor. De microfoon bevindt zich op 1,20 m hoogte en op 7,5 m afstand van de luidspreker. Daarnaast wordt er gemeten met twee aanvullende luidsprekerposities. Deze metingen vinden plaats onder een hoek van +45° en -45°. De afstand tussen

microfoon en luidspreker is hier 7.5 · √2 =10,6 m. Eventueel kan alleen onder een hoek van +45° of -45° gemeten worden waarbij het meetresultaat voor beide hoeken geldt. Dan reduceert de minimale lengte van de diffractor tot 22,5 m.

Een tweede (referentie) microfoon voor het bepalen van de bronsterkte wordt op 1 m van de luidspreker geplaatst.

De bron- en meetposities zijn weergeven in figuur 7.1.



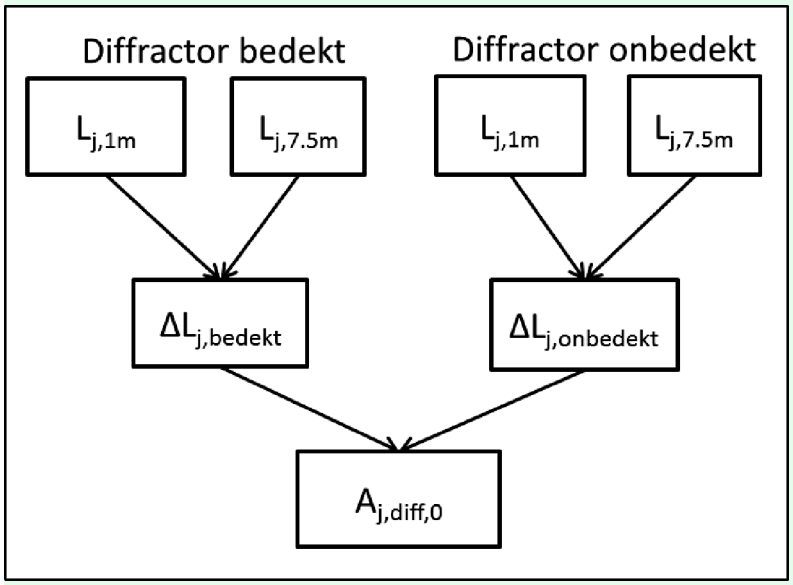
Figuur 7.1 Schematische voorstelling van de meetposities met hoeken θ van -45°, 0° en 45°.

7.3.3 Meetprocedure

Voor iedere meetpositie wordt een geluidoverdrachtmeting uitgevoerd met zowel een afgedekte als onafgedekte diffractor. Voor het volledige frequentiebereik van 100 tot en met 2.500 Hz wordt, per 1/3 octaafband, het verschil in niveau op de referentiepositie (1 m van de luidspreker) en op de testmicrofoon gemeten.

Voorafgaand aan de metingen met afgedekte diffractor wordt, met dezelfde procedure, een meting op een vlakke volledig harde bodem uitgevoerd. De meetopstelling is geschikt voor gebruik als voor iedere 1/3 octaafband het verschil tussen de meting op harde bodem en die met de afgedekte diffractor kleiner is dan 2dB.

Deze meetprocedure is geïllustreerd in figuur 7.2



Figuur 7.2 Bepaling van het diffractoreffect per 1/3 octaafband $A_{j,diff,0}$ bij één hoek (hier 0°).

Per 1/3 octaafband j wordt $A_{j,diff,0}$ berekend volgens de formule:

$$A_{j,diff,0} = \Delta L_{j,onbedekt} - \Delta L_{j,bedekt} \quad (7.5)$$

waarbij:

$$\Delta L_j = L_{j,7.5m} - L_{j,1m} \quad (7.6)$$

De meetprocedure wordt herhaald voor -45° en +45°[3].

Vervolgens wordt per 1/3 octaafband het effect van de drie hoeken energetisch gemiddeld door

$$A_{j,diff} = -10lg\left(\frac{10^{\left(A_{j,diff,-45}/10\right)}}{3} + \frac{10^{\left(A_{j,diff,0}/10\right)}}{3} + \frac{10^{\left(A_{j,diff,45}/10\right)}}{3}\right) \quad (7.7)$$

Het effect per octaafband, $A_{j,diff}$, wordt berekend door de bijdrage van het diffractoreffect van de 3 1/3 octaafband waarden in het betrokken octaafband te wegen met het wegverkeerspectrum uit NEN=EN 1793-3:1997.

7.3.4 Akoestisch rapport

Van de metingen wordt een akoestisch rapport opgesteld. In dit rapport zijn ten minste de volgende gegevens opgenomen:

- Naam van het meetbureau;
- Datum en locatie testmetingen;
- Omschrijving resultaat controlemeting bij harde bodem en afgedekte diffractor;
- Omschrijving van de meetlocatie;
- Beschrijving van de gebruikte meetapparatuur;
- Foto's van de meetopstelling en geteste diffractor zowel bedekt als onbedekt;
- Omschrijving van de diffractor, waaronder type, afmetingen, waaronder de breedte, en fabrikant;
- Meteorologische omstandigheden;
- Resultaten van de metingen in 1/3 octaafbanden;
- Rapportage van $A_{j,diff}$ in 1/3 octaafbanden en in 1/1 octaafbanden.

8. Toelichting

8.1. Begrippen

In de definitie van maatgevende verkeersintensiteit worden de termen 'het voor de geluidbelasting bepalende jaar' en 'een representatief tijdvak' gebruikt. Het akoestisch onderzoek richt zich, voor wegen zonder geluidproductieplafond, op het maatgevende (dat wil zeggen het voor de geluidbelasting bepalende) jaar en (in dat jaar) op een periode die in akoestische zin, voor het gehele jaar representatief is. Voor zulk een periode (het representatieve tijdvak) wordt het zogenaamde langtijdig equivalente geluidniveau bepaald. Als de ene dag ten aanzien van verkeersintensiteiten en verkeerssamenstelling niet significant verschilt van een andere dag, dan hoeft het representatieve tijdvak niet langer dan een dag te zijn. Daar waar periodieke verschijnselen optreden met betrekking tot het verkeersbeeld, moeten langere tijdvakken worden beschouwd. De in het tijdvak van het voor de geluidbelasting bepalende jaar optredende variabele intensiteiten worden rekenkundig gemiddeld tot een representatieve verkeersintensiteit: de maatgevende verkeersintensiteit.

Voor wegen die op de met een geluidproductie, is het akoestisch onderzoek niet gericht op het maatgevende jaar, maar op het geldende geluidproductieplafond. Alle benodigde gegevens voor het opnemen van de bron in het akoestisch onderzoek zijn te vinden in een openbaar geluidregister. Bij gebruik van de geluidbrongegevens kan het nodig zijn om nadere detaillering in te voeren. Zo kan in de geluidbrongegevens er één lijn per rijbaan zijn gehanteerd terwijl dit voor de berekening op woningniveau moet worden opgesplitst in meerdere rijlijnen.

Als de representatief te achten snelheid kan in principe de maximale wettelijke snelheid worden aangehouden. Als echter wordt aangetoond dat deze wettelijke snelheid niet overeenkomt met de gemiddelde snelheid op het geluidemissietraject, dan kan hiervan gemotiveerd worden afgeweken.

In het tweede lid zijn categorieën motorvoertuigen onderscheiden. Gebleken is dat motorrijwielen niet meer dan een zo gering deel uitmaken van de totale verkeersstroom, dat ze doorgaans ook geen significante invloed hebben op het equivalente geluidniveau. Ze zijn daarom niet opgenomen in de in ogenschouw te nemen categorieën motorvoertuigen. Overigens wordt geen uitspraak gedaan over de hinderlijkheid van motorrijwielen. Door bepaald rijgedrag en de staat van onderhoud kunnen motorrijwielen soms als bijzonder hinderlijk worden ervaren.

De gegeven categorie-indeling is gekozen om visuele verkeerstellingen mogelijk te maken. Automatische telapparatuur is vaak gebaseerd op een afwijkende categorie-indeling (bv met als onderscheidend criterium de lengte van de voertuigen). De categorie-indeling van de automatische tellingen kan meestal niet een op een worden 'terugvertaald' naar de categorie-indeling van deze bijlage. De verschillen in het equivalente geluidniveau die hierdoor zullen optreden, zijn meestal gering, zodat het gebruik van de geautomatiseerde telcijfers geen bezwaar hoeft te ontmoeten. Er moet wel een verantwoording worden gegeven waaruit blijkt dat het verschil bij de gebruikte telmethode op het betrokken wegtype gering is (minder dan een halve decibel). Deze verantwoording hoeft niet voor ieder individueel akoestisch onderzoek te worden afgelegd. Volstaan kan worden met een verantwoording per telmethode, zo nodig uitgesplitst naar de verschillende verkeerssamenstellingen die kunnen voorkomen op de wegen waarop de automatische telling wordt uitgevoerd.

8.2. Standaardrekenmethode

8.2.1. Algemeen

De standaardrekenmethode kent een zeker toepassingsgebied. Omdat het onmogelijk is om in deze regeling een methode te geven die in alle mogelijke gevallen toepasbaar is, wordt per onderdeel van de rekenmethode aangegeven onder welke omstandigheden nader onderzoek op dat onderdeel noodzakelijk is.

8.2.2. De hoofdformule

De gegeven formules 2.1 en 2.2 zijn afgeleid uit de definitie van het equivalente geluidniveau *LAeq* die volgens NEN-ISO 1996-1:2016 luidt:

$$L_{Aeq} = 10\,lg\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\left(\frac{p_{A(t)}}{p_0}\right)^2 dt\right] \qquad (8.1)$$

waarin t_1 en t_2 respectievelijk de begin- en eindtijd zijn van een gespecificeerd tijdinterval in seconden, $p_A(t)$ de momentane A-gewogen geluidsdruk (in Pa) en p_o de referentiegeluidsdruk van 20 µPa is.

De totale openingshoek van het waarneempunt kan twee waarden hebben, te weten:
a. 180° als L_{Aeq} dient voor het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw; of
b. 360° in andere situaties.

8.2.3. Reflecties

Bij oneffenheden van het reflecterende oppervlak moet bij gevels worden gedacht aan balkons, galerijen, trappenhuizen en dergelijke. Als het bron- of waarneempunt zich op korte afstand hiervan bevindt, kan het verstrooiend effect van de oneffenheden leiden tot geluidniveaus die niet overeenkomen met de uitkomsten van deze rekenmethode. Een nader onderzoek, bijvoorbeeld praktijk- of schaalmodelmetingen, kan hierin uitkomst brengen. Als het waarneempunt zich op de gevel bevindt (dit is het geval wanneer de geluidbelasting van de gevel moet worden vastgesteld), is bovenstaande uiteraard niet van toepassing op het waarneempunt.

In sommige gevallen hebben gebruikte databestanden een hoge mate van detaillering. Hierdoor kan het zijn dat een object uit een groot aantal zeer kleine vlakjes bestaat, of dat meerdere aaneengesloten objecten een groter object vormen. In dit geval wordt er gekeken of het samenstel van objecten of vlakken groot genoeg is. Vervolgens wordt alleen gerekend met het vlak dat door de zichtlijn wordt doorsneden alsof dit vlak met al de bijbehorende eigenschappen de gehele sectorhoek doorsnijdt. In de praktijk kan voor de toets of een object groot genoeg is in een 2D vlak gekeken worden of meerdere objecten elkaar raken. Dan worden deze objecten als 1 object beschouwd en wordt gekeken of dit object de gehele sectorhoek doorsnijdt.
Bij reflecties in hellende objecten wordt de spiegelbron in het schuine scherm gespiegeld. Hierbij krijgt deze spiegelbron een andere hoogte. Dit heeft effect op de verdere overdracht. Voor het bepalen van de bodemdemping zou in feite het bodemverloop mee moeten worden gespiegeld. Het handhaven van de bronhoogte voor de bodemdemping heeft echter hetzelfde effect. De mate van reflectie wordt ook bepaald door de hoogte van het reflecterend oppervlak. Om dit te bepalen wordt de overlap van de Fresnelzone met het scherm berekend.

8.2.4. Het geluidgeluidemissiegetal L_E

De geluidemissiegetallen voor lichte motorvoertuigen zijn niet aangepast ten opzichte van de geluidemissiegetallen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. De emissies zijn bepaald op basis van emissiemetingen in 2009 en 2010.

Er is een logaritmisch verband aangenomen tussen het bronvermogen en de snelheid, dat naar onderen extrapoleerbaar is tot 30 km/u en naar boven tot 110 km/u in geval van de middelzware en zware motorvoertuigen en tot 160 km/u in geval van lichte motorvoertuigen.
Op het geluidemissiegetal wordt een correctie voor het wegdektype toegepast. In het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 werd voor de wegdekcorrectiefactoren van standaard wegdektypen en producten van producenten verwezen naar de website www.stillerverkeer.nl. In deze regeling wordt niet naar deze website verwezen, maar zijn de wegdekcorrecties opgenomen in deze bijlage. Dit zijn alleen wegdekcorrecties voor standaardwegdekken die ook als wegdektype beschouwd kunnen worden. Dit houdt in dat er bij berekeningen gebruik moet worden gemaakt van deze correcties. Op deze manier wordt bij de berekening van het geluid van een weg van min of meer stabiele waarden uitgegaan. Dit past beter bij het stelsel van geluidproductieplafonds als omgevingswaarden en de basisgeluidemissie. De correcties worden toepast bij wegdektypen en niet bij wegdekproducten, omdat de gerapporteerde wegdekcorrecties bij wegdekproducten regelmatig kunnen wijzigen. Een dergelijke wijziging kan gevolgen hebben voor de monitoring van de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden. Er zou een overschrijding of onderschrijding kunnen worden geconstateerd, alleen omdat de wegdekcorrecties zijn aangepast terwijl het wegdek zelf niet is gewijzigd. Een wegdekproduct, dat wil zeggen een producentspecifiek product, zal, gebaseerd op metingen, in een van de wegdektypen ingedeeld worden op basis van de procedure in hoofdstuk 4.

8.2.5. De optrektoeslag ΔL_{OP}

Dat in de omgeving van kruispunten en andere punten waar sprake is van afremmen en optrekken een andere geluidbelasting wordt gevonden dan bij vrij doorstromend verkeer, is voornamelijk een gevolg van een toenemende geluidemissie bij het accelereren van de individuele voertuigen. Op grond hiervan zou dus eigenlijk sectorgewijs een optrektoeslag bij het geluidemissiegetal L_E (§ 2.4) moeten worden opgeteld. Een goed rekenmodel ter bepaling van deze optrektoeslag vereist echter zoveel – vaak niet voorhanden zijnde – invoergegevens, dat hier is gekozen voor een sterk geschematiseerd model.

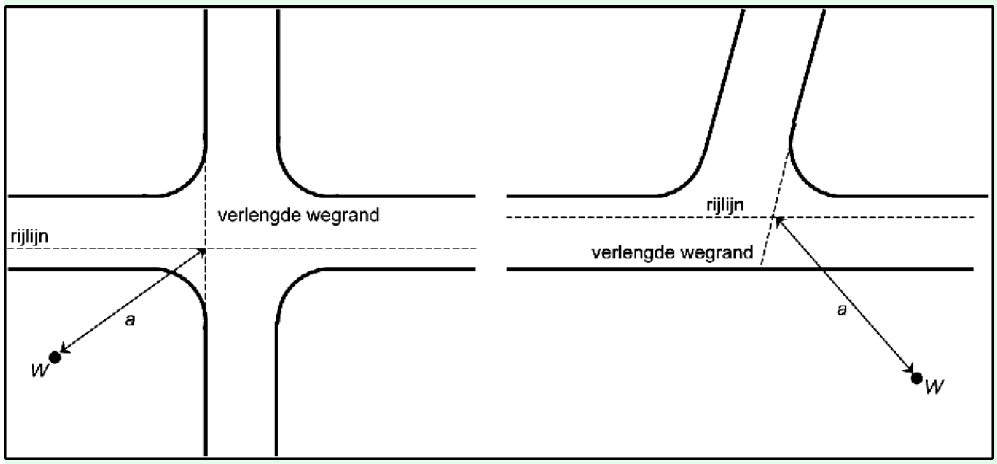
Door de in formule 2.2 gekozen rekenwijze te volgen moet in iedere sector en iedere octaafband een optrektoeslag in rekening worden gebracht. De correctie is afhankelijk van de voertuigcategorie.

De optrektoeslag ΔL_{OP} brengt het effect in rekening van afremmend en optrekkend verkeer nabij kruisingen van wegen en het effect van snelheidsbeperkende obstakels zoals minirotondes, verkeersdrempels en dergelijke. Het is niet bedoeld voor de modellering van verkeer in files of verkeersopstoppingen.

De met de gegeven formules te berekenen toeslagen geven de toeslag op het geluidniveau weer ten opzichte van een situatie waar het verkeer met een constante snelheid van 50 km/u rijdt. Voor wegen met een rijsnelheid van 30 km/u geldt geen optrektoeslag. Bij die wegen is het optrekken zeer beperkt tot de lage snelheid. Ook zal er meestal geen sprake zijn van een significante afname van rijsnelheid door obstakels.

8.2.6. De kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$

In figuur 6.2 wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht hoe de afstand a wordt bepaald in het geval van een kruispunt. Bij de berekening zijn alleen de afstand *a* van het waarneempunt tot de rand van het kruispunt en het type kruispunt van belang.



Figuur 6.2 Twee voorbeelden van de bepaling van de afstand a. In de punten W wordt het L_{Aeq} vanwege de geschetste rijlijnen berekend.

8.2.7. De bodemdemping ΔL_B

Het absorberende effect van geluidabsorberende wegdektypen op de overdracht wordt in de berekeningen meegenomen. Dit is relevant voor brede wegverhardingen, zoals meerstrooks auto(snel)wegen. Omdat de methode voor bepaling van de wegdekcorrectie (ook) rekening houdt met de absorberende eigenschappen van het wegdek, wordt het weggedeelte onder de rijlijn als akoestisch hard gemodelleerd.

Voor de bepaling van de absorptie in het brongebied wordt een vaste strook hard bodemgebied onder de rijlijn gedefinieerd, waardoor het eerste deel van de geluidoverdracht altijd over een reflecterende bodem plaatsvindt. De lengte van dit gedeelte is voor elke sector verschillend. De lengte X is proportioneel gemaakt ten opzichte van lengte Y, via de formulering X/sin(θ).

De gekozen aanpak (met een vaste afstand van 5 m loodrecht op de rijlijn met akoestisch harde bodem) wordt alleen gebruikt als er onder een bronpunt een significant absorberend wegdektype aanwezig is (ZOAB, (Fijn) tweelaags ZOAB). Voor de overige situaties wijzigt de methode voor het bepalen van de gemiddelde absorptiefractie niet. Het vlak onder het bronpunt (dat gemodelleerd is op basis van de werkelijke grenzen van het wegdek) heeft een absorptiefractie van 0.

8.2.8. De schermwerking ΔL_{SW}

In paragraaf 2.10 is de mogelijkheid opgenomen om rekening te houden met het (positieve) effect van een zogenaamde schermtop op de schermwerking. Dit effect is met een aparte term in de formule voor de bepaling van de schermwerking beschreven. Omdat er strikt genomen overlap bestaat tussen deze correctieterm (C_T) en de profielafhankelijke correctieterm (C_P) wordt in tabel 2.9 bepaald dat de laatste term 0 is als gebruikt wordt gemaakt van de correctie voor een schermtop.

De rekenregel om de waarde van deze correctieterm te kunnen bepalen is opgenomen in hoofdstuk 5 van deze bijlage. Deze rekenregel is toepasbaar voor alle gangbare schermtypen, waarbij in het geval van reflecterende schermen wordt gewerkt met een spiegelbron.

Van tabel 2.9 afwijkende profielen zijn onder andere overhuivingen, gehele of gedeeltelijke overkappingen, wegen in ingravingen met een tophoek tussen de 165° en 180°.

Wanneer een weg aan beide zijden wordt voorzien van een (hoog) reflecterend geluidscherm, ontstaat door reflectie en interferentie in de ingesloten ruimte een zeer complex geluidveld, waardoor de met het afschermingsmodel berekende geluidniveaus vooral op waarneempunten gelegen in de buurt van de zichtlijnen van het scherm, niet altijd voldoende betrouwbaar kunnen zijn. Dit geldt ook voor specifieke schermconstructies, zoals luifels en overkappingen. Als de situatie daartoe aanleiding geeft, kan met meerdere reflecties gerekend worden. In dergelijke gevallen kan nader onderzoek met meer geavanceerde modellen nodig zijn.

8.2.9. De niveaureductie bij reflecties

Bij reflectie op een scherm wordt gekeken naar de overlap van de Fresnel zone op de scherm. Dit geeft een maat van het percentage geluid dat wordt gereflecteerd. Hiermee heeft het formaat van een scherm ook invloed op de mate van reflectie. Daarnaast hebben de schermeigenschappen gevolgen voor de mate van reflectie. Er wordt alleen gekeken in het 2D vlak bij de zichtlijn voor het bepalen van de overlap.

Bij reflectie op een geluidabsorberend scherm kan de frequentieafhankelijke absorptieterm α (in paragraaf 2.11) worden afgeleid uit een door de fabrikant van de constructie te verstrekken absorptiespectrum. De bepaling van een dergelijk absorptiespectrum moet hebben plaatsgevonden in een onafhankelijk, gespecialiseerd laboratorium en volgens een aangegeven verifieerbare methode.

8.2.10. De meteocorrectieterm

Ten opzichte van het Reken en meetvoorschrift geluid 2012 is de wijze waarop rekening wordt gehouden met de meteocorrectieterm gewijzigd. In het verleden werd geen rekening gehouden met de richting van het geluid. In navolging van de Europese methode Cnossos-EU is gekeken naar het effect van verschillende richtingen in een windroos bij de voortplanting van geluid. Hierop is de maximale waarde van de meteocorrectieterm aangepast. Deze is nu afhankelijk van de richting en van de etmaalperiode. Uit onderzoek is gebleken dat er, jaargemiddeld, geen significant verschil is tussen de avond- en nachtperiode. Ook blijkt de locatie in Nederland geen invloed te hebben op de mate van gunstige overdracht per richting. Hierdoor kan voor heel Nederland worden volstaan met de in paragraaf 2.9 genoemde formules.

8.3. Standaardmeetmethode

Bij het uitvoeren van metingen volgens de standaardmeetmethode moet er inzicht zijn in de rol en het doel van de metingen. Als het om toetsing aan normen gaat, binnen het kader van deze bijlage, dan kunnen metingen een rol hebben als rekenmodellen tekortschieten. Deze schieten tekort als ze gebruikt worden buiten het toepassingsgebied waar ze voor bedoeld zijn. In sommige gevallen is er een klein deel van de berekening die buiten het toepassingsgebied valt. In dat geval kan voor die deelbijdrage worden gedacht aan metingen.

Een exacte beschrijving van het toepassingsgebied van de rekenmethode is niet gegeven. Buiten het toepassingsgebied vallen bijvoorbeeld de gevallen waarvan is aangegeven dat nader onderzoek noodzakelijk is en situaties waarin de standaardrekenmethode niet voorziet.

Het kan ook voorkomen dat er gebruik wordt gemaakt van een specialistische rekenmethode, als een specifieke situatie buiten het toepassingsgebied valt van de meet- en rekenmethode. Een dergelijke methode is niet voor te schrijven, omdat deze afhankelijk is van de situatie.

Het meten van een L_{den} volgens de ISO-norm (NEN-ISO 1996-2:2017) is in het algemeen complex, omdat over een groot aantal variabelen moet worden nagedacht bij het plannen en uitvoeren van de metingen. De uitwerking van de metingen is erop gericht inzicht te geven in de representativiteit en betrouwbaarheid van de L_{den}-waarde. Vooral bij langdurige onbemande metingen is een systematische en zorgvuldige analyse van de meetonzekerheid van belang, omdat de resultaten door tal van factoren onbedoeld kunnen worden beïnvloed. Toch is langdurig meten vaak juist nodig om een resultaat te verkrijgen dat een representatief beeld geeft.

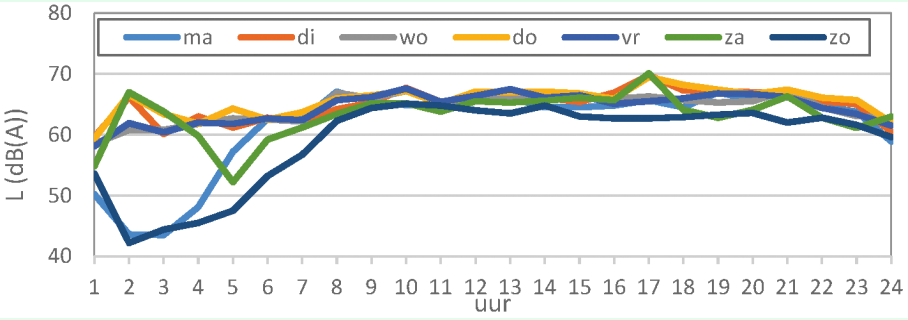
De eenvoudige meetmethode kan onder zekere voorwaarden worden gebruikt om met onbemande langdurige metingen een indicatie te verkrijgen van L_{den}. De meteorologische criteria onder punt D van de eenvoudige methode worden gebruikt om een representatief jaargemiddelde te bepalen zonder dat correcties nodig zijn voor afwijkingen in de overdracht en de emissie. In het algemeen geldt met deze criteria, die zijn gebaseerd op een minimale meetperiode van twee maanden, dat metingen in enkel de wintermaanden of enkel de zomermaanden niet voldoen. Als aan een van deze criteria niet wordt voldaan, moet langer worden gemeten. Bij het besluit om wel of niet langer door te meten kan gebruik worden gemaakt van KNMI-data die daags na elke meetdag beschikbaar komen (toetsing aan de meteorologische criteria). Opmerking: KNMI-uurgegevens zijn opgegeven in Universal Time. Deze moeten worden omgezet naar de tijdrekening van het geluidmeetstation.

De verwerking van meetresultaten kan deels worden geautomatiseerd met spreadsheets met draaitabellen, of met scripts. Om de verwerking in goede banen te leiden, vooral de bepaling van de meetonzekerheid, moet de in het voorschrift aangegeven volgorde worden gevolgd. Hoewel het daarbij gaat om een vereenvoudigde aanpak ten opzichte van de ISO-norm, kan men bij grote aantallen meetgegevens gemakkelijk het spoor bijster raken. Als leidraad voor de verwerking worden in onderstaande paragraaf voorbeelden geven.

8.3.1 Leidraad verwerking metingen eenvoudige methode

Voor de verwerking van de ruwe meetwaarden, dat wil zeggen de L_{eq} per seconde of L_E per event, kunnen de volgende stappen worden gehanteerd:

1. Verwijder L_{eq}-waarden en L_E-waarden met kortdurende verstoringen, dit wil zeggen stoorgeluid dat enkele seconden tot enkele minuten aanhoudt.
2. Bepaal uurgemiddelde waarden L' en L_{res}. Maak daartoe een lange tabel met uurwaarden L' en L_{res}, voor de gehele meetperiode. Dus één regel per uur, 24 regels voor elke meetdag.
3. Markeer de uren met achtereenvolgens *overmatig residueel geluid* (het gaat dan om residueel geluid dat min of meer continu aanwezig is, want kortdurend stoorgeluid is al verwijderd), met *regen*, met *harde wind*, of met *niet-representatieve geluidoverdracht*. Van elk van deze vier oorzaken van verstoringen wordt het percentage uren ten opzichte van het geheel gerapporteerd. Als een uur door meerdere oorzaken is verstoord, telt het uur mee bij de eerste daarvan uit dit rijtje. Bijvoorbeeld wanneer een uur wordt verstoord door zowel harde wind als regen, telt dit mee bij *regen*.
4. Vul de lange tabel aan met een kolom voor de waarde L die wordt berekend met formule 3.1.
5. Om inzicht te geven in het verloop van het geluid over het etmaal, wordt een grafiek gemaakt van L per uur van het etmaal, waarbij energetisch wordt gemiddeld over de gehele meetperiode. Zie het onderstaande voorbeeld. Deze grafiek is een tussenresultaat: ze wordt in de rapportage opgenomen maar niet verder gebruikt in de stappen hierna. Opvallende zaken in het verloop per weekdag worden becommentarieerd in de rapportage.



6. Vul de lange tabel uit stap 4 aan met een kolom voor de meteostratificatie. Bepaal voor elk uur de meteoklasse M1 tot en met M4 op basis van de windsnelheid en -richting.

7. Maak hulptabellen per etmaalperiode met op elke regel een meetdag, zie onderstaande voorbeeldtabel. De getoonde waarden voor elke meetdag zijn $L_{p=dag,\,m,k}$ en $q_{p=dag,\,m,k}$. De totalen $L_{p=dag,m}$ worden berekend met formule 3.3.

Tabel 8.3.1a Hulptabel dagperiode

	Dag (7-19 uur)							
Meetdag *k*	L_{M1}	q_{M1}	L_{M2}	q_{M2}	L_{M3}	q_{M3}	L_{M4}	q_{M4}
8-jun			72,5	0,09	65,8	0,91		
9-jun	65,5	1,00						
10-jun	63,3	0,17	66,1	0,67	67,8	0,17		
11-jun	61,0	0,17	63,8	0,50	66,8	0,33		
12-jun	65,4	0,92	68,1	0,08				
13-jun	66,6	1,00						
14-jun	66,4	0,58	65,5	0,42				
15-jun	68,6	0,42	63,0	0,33	67,9	0,25		
16-jun	66,5	1,00						
17-jun	67,6	0,75	63,2	0,25				
18-jun	65,5	0,83	64,8	0,17				
19-jun	65,1	0,42	66,2	0,58				
20-jun	68,6	1,00						
$Q_{p=dag,m}$		8,25		3,09		1,66		
$L_{p=dag,m}$	66,6		65,8		66,6			
$u_{p=dag,m}$	1,22		2,29		0,85			

8. Maak een meetonzekerheidsberekening per etmaalperiode. Zie onderstaand voorbeeld. De ISO-norm noemt dit het 'meetonzekerheidsbudget'. In het voorbeeld is de meewindrichting 140° (van het zuidoosten naar het noordwesten).

Tabel 8.3.1b Meetonzekerheidsbudget dagperiode

	Herkomst	M1	M2	M3	M4	Resultaat
$f_{optreed}$ bij 140°	Uit tabel 3.3	0,6	0,2	0,1	0,1	
$L_{p=dag,m}$	Overnemen uit hulptabel dagperiode	66,6	65,8	66,6		
$u_{p=dag,m}$		1,22	2,29	0,85		
$L_{p=dag}$	Formule 3.6					66,0
$c_{p=dag,m}$	Formule 3.8	0,69	0,19	0,12		
$\sqrt{(u^2_{wind} + u^2_{nat} + u^2_{meteo} + u^2_{res} + u^2_{slm})}$						1,7
$u_{p=dag}$	Formule 3.7					2,0

9. Bepaal de L_{den} en de bijbehorende meetonzekerheid. Zie het voorbeeld hieronder.

Tabel 8.1.3c Meetonzekerheid

		p=dag	*p*=avond	*p*=nacht	Resultaat
L_p	Neem over uit tabellen meetonzekerheidsbudget	66,0	62,1	62,9	
u_p		2,0	2,6	2,3	
L_{den}	Formule 3.9				69,7
u_{den}	Formule 3.10				1,7

10. Geef het eindresultaat als volgt op: L_{den} = 69,7 ± 3,4 dB (95% BI).
Bij een vergelijking van een berekende L_{den} met de gemeten L_{den} wordt altijd dit betrouwbaarheidsinterval betrokken. Daarnaast worden, voor zover mogelijk, de uitgangspunten van de rekenmethode betrokken die kunnen leiden tot verschillen tussen rekenen en meten. Dat laatste is nodig omdat van de berekende waarde geen betrouwbaarheidsinterval bekend is.

8.3.2 Metingen in afwijkende situaties

In situaties die afwijken van de voorwaarden voor de eenvoudige methode uit paragraaf 3.1, is het soms mogelijk om met enkele controles of aanpassingen toch de aanpak van de eenvoudige methode te volgen. Bij rapportage-items 8 en 12 moet daarop worden ingegaan. Het gaat dan bijvoorbeeld om metingen op korte afstand voor een reflecterende gevel. Annex B van de ISO-norm geeft aan op welke wijze zulke metingen worden gecorrigeerd en welke aanvullende meetonzekerheid daarvoor geldt. Een ander voorbeeld betreft situaties waarin de meetafstand D (veel) groter is dan 20 ($h_s + h_r$). In dat geval kan de eenvoudige meteostratificatie van tabel 3.2 en tabel 3.3 niet worden gebruikt. Annex A van de ISO-norm geeft aan hoe de meteostratificatie dan moet gebeuren en annex F.1 laat zien welke onzekerheid daarmee gepaard gaat.

In situaties die geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode vallen, wordt de ISO-norm onverkort gevolgd, zij het dat daarbij enkele specifieke uitgangspunten gelden voor de Nederlandse situatie. In paragraaf 3.3 zijn deze uitgangspunten vermeld.

8.4. Methode bepaling wegdekcorrectie

De wegdekcorrectie is de in dB(A) of in dB(A) per octaafband uitgedrukte toename van de geluidemissie ten opzichte van het referentiewegdek (zoals dicht asfaltbeton en SMA 0/11). In dit geactualiseerde voorschrift is de methode voor de bepaling van de wegdekcorrectie gewijzigd ten opzichte van het Reken en meetvoorschrift geluid 2012. De achtergrond daarvoor is het inzicht dat het gebruik van een verouderingsterm (C_{tijd}) van een standaard wegdektype voor een specifiek wegdekproduct tot een overschatting van de geluidreductie van stille wegdekken kan leiden. Door uit te gaan van eenzelfde eindreductie als een standaard wegdektype wordt dit hersteld. Het is altijd mogelijk om voor een specifiek wegdekproduct een eigen verouderingsterm vast te stellen.
Met de aanpassing van de verouderingscorrectie (C_{tijd}) kunnen de effecten van wegdektypen op het equivalente geluidniveau nauwkeurig bij de berekeningen worden meegenomen. De in dit voorschrift beschreven wegdekcorrectie kan worden gezien als de beste schatting van de gemiddelde geluideigenschappen van een wegdektype gedurende de gehele gebruiksperiode. Daarnaast is in de methode het effect van recente emissiemetingen op de referentie verwerkt, waardoor zowel de emissie als de wegdekcorrectie is gebaseerd op de resultaten van dezelfde meetcampagne.

In de methode is nu expliciet vastgelegd dat bij vaststellen van een nieuwe referentiewaarde van het referentiewegdek de C_{wegdek} opnieuw moet worden vastgesteld op basis van relatief recente metingen. De aanleiding is dat als de emissie van voertuigen verandert de werkelijke geluidreductie van wegdekken ook kan veranderen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de methode om de wegdekcorrectie te bepalen. Hiermee kan worden aangetoond dat een bepaald wegdekproduct binnen een wegdektype valt. Het gaat hier niet alleen om de geluidreducerende werking, maar ook om de globale civieltechnische eigenschappen. Zo zal een elementenverharding niet in een asfaltverharding-categorie passen. Omdat de civieltechnische eigenschappen globaal overeen moeten komen met het wegdektype is het uitgangspunt dat de spectrale geluidreductie ook globaal overeenkomt. Daarom is het voldoende het wegdek te beoordelen op de eengetalswaarde van de wegdekcorrectie. In veel gevallen is alleen een wegdekcorrectie voor lichte motorvoertuigen bekend. In dat geval moet de geluidreductie ten minste even groot zijn als die van het wegdektype. Als er zowel voor lichte als zware motorvoertuigen een wegdekcorrectie bekend is, is de toetsing minder strikt. In dat geval is er 0,5 dB marge. Als een wegdekproduct wel civieltechnische overeenkomsten toont met een van de standaardwegdektypen, maar niet voldoet aan de geluideis, moet het wegdekproduct bij een ander wegdektype ingedeeld worden. Hierbij wordt gekeken naar een zo goed mogelijke civieltechnische overeenkomst. Daarbij kan worden gedacht aan gradering, oppervlaktetextuur en percentage holle ruimte.

Als door nieuwe ontwikkelingen blijkt dat er aanvullende wegdektypen nodig zijn, kan dit blijken uit de verschillende rapportages met gemeten wegdekcorrecties. Uitgangspunt is wel dat voor een nieuw wegdektype de eigenschappen zowel voor lichte als (middel)zware motorvoertuigen is bepaald. Aan de hand van rapportages over de productspecifieke wegdekcorrecties kan het product worden ingedeeld in een wegdektype.

8.5. Rekenregel middenbermscherm

Algemeen

Met de methode uit hoofdstuk 2 van deze bijlage is altijd het effect van een scherm te bepalen. Als er meerdere diffractieranden zijn, zal het effect van de meest bepalend diffractierand in rekening worden gebracht. Het effect van een dubbele diffractie wordt op deze manier niet verdisconteerd. Met behulp van methoden uit HARMONOISE zijn de effecten van dubbele diffractieranden bepaald en vervolgens geverifieerd met BEM-PE rekenmodellen. De uitkomsten bleken goed overeen te komen.

Omdat het effect niet zondermeer toepasbaar is in de Meakawa-formules is gekozen om het effect van een middenbermscherm op de volgende wijze in rekening te brengen. Per rijlijn wordt het effect bepaald van het scherm in de zijberm of een ander afschermend object naast de weg. Voor de rijlijnen die tussen een geluidscherm in de middenberm en het afschermende object naast de weg zijn gesitueerd, wordt ook de reflectie tegen het middenbermscherm in rekening gebracht. Voor de rijlijnen die, gezien vanuit het afschermende object naast de weg, achter het middenbermscherm liggen wordt een octaafbandafhankelijke correctie toegepast C_{mbs} op de schermwerking van het object naast de weg.

C_{mbs} wordt voor iedere bron, per sector en per octaafband bepaald. De toetsing of een afschermend object in de middenberm voldoet aan de voorwaarden zoals in hoofdstuk 6 wordt beschreven, wordt ook per bron-waarneempunt-pad uitgevoerd.

Onderscheiden gebieden

Er wordt een drietal gebieden onderscheiden. De schermwerking van het middenbermscherm in gebied A wordt met de bestaande formules van hoofdstuk 2 berekend, met uitzondering van de correctie voor een schermtop en de profielafhankelijke correctie. Voor gebied B is de schermwerking afhankelijk van de hoek tussen de lijnen over beide schermen en de situatie van de lijn van bron naar waarnemer. Voor gebied C geldt een constante waarde die ook afhankelijk is van de van de hoek tussen de lijnen over beide schermen.

8.6 Rekenregel diffractor

Een diffractor is een nieuw type overdrachtsmaatregel dat op een andere manier werkt dan een geluidscherm. Op basis van metingen en numerieke berekeningen (FEM-PE) is het effect van de diffractor op korte en grote afstand bepaald. Aan de hand van deze resultaten is een rekenregel opgesteld die geschikt is binnen het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode.

Op basis van de schermwerkingsformules uit hoofdstuk 2 wordt een schaduwzone berekend waarbinnen de diffractor effect heeft. Daarbij kan een diffractor een aanvullend effect geven ten opzichte van alleen een scherm mits de top van het maatgevend scherm zich in de schaduwzone bevindt. Ten opzichte van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 is de methode iets gewijzigd. Het gebied waar het diffractor effect heeft is iets groter geworden. De schaduwzone is nu met niet meer dan 2 m opgehoogd. De aanleiding is dat op relatief korte afstand (ca 20 m uit de bron) de schaduwzone erg laag was. Om meer overeenstemming te krijgen met metingen is het effect hier opgehoogd. Voor 1.000 Hz en lager is de schaduwzone met lineair met 2 m opgehoogd tussen de 5 en 20 m uit de bron. Voor 2.000 Hz en hoger gaat dat geleidelijk tussen de 5 en 35 m uit de bron.

Het totale effect van de diffractor is afhankelijk van de afstand van het bronpunt tot de diffractor en van de absorptiefractie van de bodem vlak voor en na de diffractor. Het diffractoreffect wordt voor iedere bron, per sector en per octaafband bepaald.
De rekenregel voorziet in een methode om de akoestische eigenschappen van de diffractor vast te stellen met geluidoverdrachtmetingen. Deze ingemeten eigenschappen worden gebruikt in de formules van de rekenregel. De meetmethode maakt gebruikt van een kunstmatige bron waarbij een vergelijking wordt gemaakt tussen een afgedekte diffractor om een harde bodem te simuleren en een niet afgedekte diffractor. Om te controleren of de afdekking geschikt is en of er geen andere neveneffecten worden gemeten wordt eerst de meetopstelling van de afgedekte diffractor vergeleken met een volledig harde, vlakke bodem. Uiteindelijk wordt per 1/3 octaafband een diffractoreffect gemeten. Omdat het rekenvoorschrift uitgaat van emissie en overdracht in octaafbanden worden deze 1/3 octaafband waarden omgerekend naar hele octaafbanden. Hierbij wordt rekening gehouden met het standaard geluidspectrum voor wegverkeer uit NEN-EN 1793-3.

8.7. Lijst van symbolen

Symbool	Eenheid	Omschrijving	paragraaf
α	–	Geluidabsorptiecoëfficiënt van het object in de octaafband	2.11
α	dB(A)	Emissiekental	2.4
β	dB(A)	Emissiekental	2.4
ζ	Graden	De hoek van de voortplantingsrichting van het geluid tov een windroos (0º is van Noord naar zuid, 90º is oost naar west, etcetera)	2.9
δ_{lucht}	dB/m	De luchtdempingscoëfficiënt	2.7
δ_{refl}	dB(A)	De niveaureductie ten gevolge van één reflectie	2.11
ε	m	Akoestische omweg	2.10
σ_m	dB(A)	Verschil bij referentiesnelheid v_0	4.5
$\sigma_{m,i}$	dB(A)	Verschil voor een octaafband bij de referentiesnelheid v_0	2.4; 4.5
Φ	°	De openingshoek van de sector	2.6
Φ	°	De gemiddelde hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindingslijn tussen het waarneempunt en de weg	3.3
Θ	°	De hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment	2.6
θ	°	De hoek, beschouwd in het horizontale platte vlak, van de zichtlijn met de normaal van de diffractor	7.2
γ	-	Functies die worden gebruikt om de bodemdemping te berekenen	2.8
a	m	De afstand van het waarneempunt tot het midden van het obstakel	2.5
$A_{i,diff}$	dB	De producteigenschap van de diffractor voor octaafbandindex i	7.2
B_b	–	De absorptiefractie van het brongebied	2.8
B_m	–	De absorptiefractie van het middengebied	2.8
B_w	–	De absorptiefractie van het waarneemgebied	2.8
B_{na}	–	De gemiddelde absorptiefractie tussen de diffractor en de ontvanger met een maximum horizontale afstand van 10 m (vanaf de rand van de diffractor)	7.2
B_{voor}	–	De gemiddelde absorptiefractie tussen de diffractor en de bron met een maximum horizontale afstand van 10 m (vanaf de rand diffractor)	7.2
b_m	dB(A)	Snelheidsindex per decade snelheidstoename	2.4; 5.1
C_H	dB(A)	De hellingscorrectie	2.4
C_M	dB(A)	De meteocorrectieterm	2.9
C_d	dB(A)	De meteocorrectieterm voor de dag- en avondperiode	2.9
C_{en}	dB(A)	De meteocorrectieterm voor de nachtperiode	2.9
$C_{i,diff,hard}$	dB	Het diffractoreffect met een nabijgelegen volledig harde bodem voor octaafbandindex i.	7.2
C_p	dB(A)	De profielafhankelijke correctieterm	2.10
$C_{p,m}$		Gevoeligheidscoëfficiënten voor de meetonzekerheid u_p	3.1
C_T	dB(A)	Correctieterm vanwege een schermtop	2.10; 6.1; 6.2
$C_{temp,licht}$	dB(A)	Temperatuurcorrectie voor lichte motorvoertuigen	5.4
$C_{temp,zwaar}$	dB(A)	Temperatuurcorrectie voor (middel)zware motorvoertuigen	5.4
C_{wegdek}	dB(A)	De wegdekcorrectie	1.5; 2.4; 5.1; 5.3
95%c.i.	dB(A)	95%-confidentie-interval van een SPB-meting	5.4

Symbool	Eenheid	Omschrijving	paragraaf
DL_B	dB(A)	Niveaureductie door geluidisolatie	6.1
$DL\alpha$	dB(A)	Niveaureductie door geluidabsorptie	6.1
d_c	m	Verticale afstand tussen de kromme C en de ontvanger	6.2
d_d	m	De totale breedte van de diffractor	7.2
$f_{optreed}$		Optreedfrequentie per sectorhoek van de meewindcomponent in De Bilt	3.1
H	–	De effectiviteit van het scherm	2.10
h_b	m	De hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied	2.8; 2.9; 2.10
h_e	m	De effectieve schermhoogte	2.10
h_T	m	De hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het plaatselijke maaiveld	2.10
h_w	m	De hoogte van het waarneempunten boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied	2.8; 2.9; 2.10
i	–	Octaafbandindex	2.4; 2.10; 2.12
j	–	Aanduiding van een sector	2.2; 2.12
K	–	Het snijpunt van het scherm met de zichtlijn	2.10
L	–	Het snijpunt van het scherm met een gekromde geluidstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt	2.10
L'	dB(A)	Uurgemiddelde ruwe meetwaarde	3.1
L_{res}	dB(A)	Uurgemiddelde waarde voor residueel geluid	3.1
L	dB(A)	Uurgemiddelde voor residueel geluid gecorrigeerde meetwaarde	3.1
L_p	dB(A)	Jaargemiddeld geluidniveau per etmaalperiode gebaseerd op metingen	3.1
lv	–	Categorie lichte motorvoertuigen	2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 4.1
L_{Aeq}	dB(A)	Het equivalente geluidniveau	2.2; 2.3
$L_{A,max}$	dB(A)	Maximale A-gewogen geluidniveau	4.1 L'_{Aeq}
ΔL_B	dB(A)	De bodemdemping	2.2; 2.8
L_E	dB(A)	Het geluidemissiegetal	2.2; 2.4
$L_{eq,i}$	dB(A)	Het A-gewogen equivalente geluidniveau in octaafband i	2.12
$L_{Aeq,i}$	dB(A)	Bijdrage aan het L_{Aeq} in 1 octaaf, van 1 sector, van 1 bronpunt en van 1 voertuigcategorie	2.2
ΔL_F	dB(A)	De niveaureductie als gevolg van de eindige afmetingen van de reflecterende vlakken.	2.11
ΔL_{GU}	dB(A)	De geometrische uitbreidingsterm	2.2; 2.6
$\Delta L_{kruispunt,m}$	dB(A)	De toeslag wegens een kruispunt	2.5
ΔL_L	dB(A)	De luchtdemping	2.2; 2.7
$\Delta L_{obstakel,m}$	dB(A)	De toeslag wegens een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt	2.5
ΔL_{OP}	dB(A)	De optrektoeslag	2.2; 2.5
ΔL_{SW}	dB(A)	De schermwerking	2.2; 2.10
ΔL_R	dB(A)	De niveaureductie als gevolg van reflecties	2.2; 2.11
$\Delta L_{R,abs}$	dB(A)	De niveaureductie als gevolg van absorptie bij de reflecties	2.11
m	–	Voertuigcategorie	2.2; 2.4
mv	–	Categorie middelzware motorvoertuigen	2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 4.1

Symbool	Eenheid	Omschrijving	paragraaf
N	–	Het aantal bronpunten	2.2
N_f	–	Het fresnelgetal	2.10; 7.2
N_{refl}	–	Het aantal reflecties tussen bron- en waarneempunt	2.11
n	–	Bronpunt	2.2; 2.12
n	–	Aantal gemeten voertuigen	5.4
p_h	%	Het hellingspercentage van het wegvak	2.4
Q	h^{1}	De gemiddelde intensiteit van de voertuigcategorie	2.4
q	–	Het type kruispunt	2.5
R_0	m	De afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn	2.6; 2.7; 2.10
R	m	De horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt	2.8; 2.9; 2.10; 7.2
R_B	m	De horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidscherm	6.2
R_L	m	De som van de lengtes van de lijnstukken BL en LW	2.10
R_T	m	De som van de lengtes van de lijnstukken BT en TW	2.10
R_w	m	De horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm	2.10; 6.2
R_{BL}	m	De afstand tussen bron en geluidscherm gemeten langs de kortste verbindingslijn	6.2
R_{WL}	m	De afstand tussen geluidscherm en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindingslijn	6.2
r_d	m	De afstand van het rijlijnsegment tot het midden van de diffractor	7.2
r_{TW}	m	De horizontale afstand tussen de rand van de schermtop (aan de bronzijde) en de ontvanger	6.2
S_b	–	De effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied	2.8; 2.10
S_w	–	De effectiviteit van de bodemdemping in het waarneemgebied	2.8; 2.10
S_F	m	Maat voor de verticale afmeting van de Fresnelellipsoide ter plaatse van (de voet van) het reflecterende oppervlak	2.11
S_r	m	Maat voor het gedeelte van *SF* dat ligt tussen de voet en de top van het reflecterende oppervlak	2.11
T	°	De tophoek van het scherm	2.10
u_p	dB(A)	De totale meetonzekerheid voor L_p	3.1
$u_{p,m}$	dB(A)	Standaardafwijking die de gecombineerde onzekerheid in emissie en meteorologische omstandigheden representeert	3.1
u_{wind}	dB(A)	De onzekerheid door het schrappen van uurwaarden met te harde wind	3.1
u_{nat}	dB(A)	De onzekerheid als gevolg van het meten tijdens periodes met een natte windbol	3.1
u_{meteo}	dB(A)	De onzekerheid in het bepalen van de juiste meteoklasse	3.1
u_{res}	dB(A)	De onzekerheid in het bepalen van het residueel geluid op basis van L_{90} of L_{95} tijdens onbemande metingen	3.1
u_{slm}	dB(A)	De meetonzekerheid van de meetketen	3.1
u_{den}	dB(A)	De meetonzekerheid van door metingen vastgesteld L_{den}	3.1
vo	km/u	De referentiesnelheid van de voertuigcategorie	2.4; 5.1
V_{wind}	m/s	Uurgemiddelde windsnelheid	3.1
V_{mee}		Uurgemiddelde meewindcomponent windsnelheid	3.1
W	–	Waarneempunt/waarnemer	2.10

Symbool	Eenheid	Omschrijving	paragraaf
W_{max}	m/s	Toegestane windsnelheden	3.1
Y	m	Gedeelte van het wegdek dat in het brongebied bij bepaling van absorptiefractie altijd als akoestisch hard wordt gerekend	2.8
zv	–	Categorie zware motorvoertuigen	2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 4.1
z_0	m	De hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt	6.2
z_B	m	De hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil	2.10
z_C	m	De hoogte van de kromme C ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt	6.2
z_K	m	De hoogte van punt K (snijpunt scherm en zichtlijn) ten opzichte van het referentiepeil	2.10
z_L	m	De hoogte van punt L (snijpunt scherm en gekromde geluidstraal) ten opzichte van het referentiepeil	2.10
z_T	m	De hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil	2.10; 6.2
z_W	m	De hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil	2.10; 6.2
z'_B	m	De hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil	7.2
z'_T	m	De hoogte van het midden van de diffractor, vermeerderd met 65 cm, ten opzichte van het referentiepeil met een maximum waarde gelijk aan *z'B -10 cm*	7.2
z'_W	m	De hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil	7.2

BIJLAGE IVF BIJ DE ARTIKELEN 3.8, EERSTE LID, ONDER B, 3.12, ONDER A EN D, 3.14, EERSTE LID, ONDER C, EN VIJFDE LID, EN 3.19, ONDER A EN D, VAN DEZE REGELING (MEET- EN REKENMETHODE GELUID SPOORWEGEN)

1. Algemeen

1.1. Begrippen

In deze bijlage wordt verstaan onder:

rekeneenheid: locomotief, treinstel, rijtuig of wagen, als deze deel uitmaakt van het spoorvoertuigtype;

rekeneenheid: locomotief, treinstel, rijtuig of wagen, als deze deel uitmaakt van het spoorvoertuigtype;

verkeersintensiteit: het aantal rekeneenheden van een spoorvoertuigtype dat jaarlijks per uur, gemiddeld over een etmaalperiode, op een bepaald geluidemissietraject passeert.

1.2. Spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

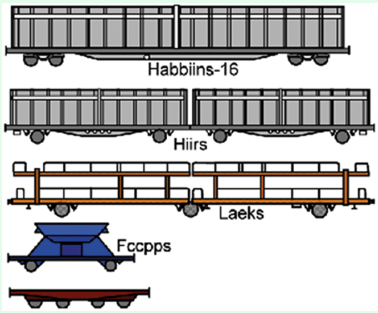
1.2.1. Bestaande spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

Alle spoorvoertuigtypen worden ingedeeld in een spoorvoertuigcategorie.
De spoorvoertuigentypen die op de Nederlandse spoorweginfrastructuur rijden, zijn ingedeeld in de in onderstaande tabel opgenomen spoorvoertuigcategorieën. De indeling is vooral gebaseerd op verschillen in type aandrijving en wielremsysteem.

De in deze bijlage gehanteerde emissie is gekoppeld aan een rekeneenheid van een spoorvoertuigcategorie. De onderstaande tabel geeft het aantal rekeneenheden van een bepaalde samenstelling van een spoorvoertuig aan. In het algemeen valt een rekeneenheid samen met een locomotief of spoorwegrijtuig. Voor verschillende spoorvoertuigen is dat niet het geval. In het geval van hogesnelheidsmaterieel wordt een totale trein opgevat als één rekeneenheid.

Tabel 1.1 Rekeneenheden van samenstellingen van spoorvoertuigen

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal rekeneenheden	Getoonde lengte
1	**Spoorvoertuigcategorie 1: blokgeremd reizigersmaterieel** – elektrisch reizigersmaterieel met alleen gietijzeren blokremmen met de bijbehorende locomotieven: treinstellen van Materieel '64.			
	Mat'64		2	52 m
2	**Spoorvoertuigcategorie 2: schijf+blokgeremd reizigersmaterieel** - elektrisch reizigersmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde gietijzeren blokremmen: het intercitymaterieel van de typen ICM III, ICR en DDM-1.			
	ICM III	 ICM-III met blokremmen. Heeft 3 rekeneenheden per treinstel.	2	54 m
	ICR	 De categorie-indeling hangt af van het remsysteem. Als de toegevoegde blokkenrem is afgeschakeld is het categorie 8, als deze rem met alternatieve (LL-)blokken is uitgevoerd is het categorie 3 en als deze rem met gietijzeren blokken is uitgevoerd is het categorie 2.	2	53 m
	ICR(BNL)	 De categorie-indeling hangt af van het remsysteem. Als de toegevoegde blokkenrem is afgeschakeld is het categorie 8, als deze rem met alternatieve (LL-)blokken is uitgevoerd is het categorie 3 en als deze rem met gietijzeren blokken is uitgevoerd is het categorie 2.	2	53 m
	DDM-1	 Heeft toegevoegde blokkenrem. Uiterlijk vrijwel gelijk aan de DDM-2/3 die in categorie 8 is ingedeeld. Altijd met locomotief.	2	52 m
3	**Spoorvoertuigcategorie 3: schijf+blokgeremd elektrisch materieel** – elektrisch reizigersmaterieel met alleen schijfremmen en met motorgeluid: het stadsgewestelijk materieel (SGM-II/III); – elektrische locomotieven, zoals de series 1600, 1700 en 1800; – elektrisch reizigersmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde alternatieve (LL-)blokremmen: bijvoorbeeld het intercitymaterieel van het type ICR; – de Utrechtse sneltram (SUNIJ).			
	SGM		2	52 m
	SUNIJ	 Er zijn 2 geledingen per rekeneenheid.	1	29 m
4	**Spoorvoertuigcategorie 4: goederenmaterieel met gietijzeren blokremmen** – alle typen goederenmaterieel met gietijzeren blokremmen.			

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal rekeneenheden	Getoonde lengte
	Goederen	 De categorie van goederenwagens hangt af van het remsysteem. Wagens met gietijzeren blokken vallen in categorie 4. Wagens met alternatieve (K- of LL-) blokkenrem of schijfremmen vallen in categorie 11. Sommige goederenwagens, zoals Hiirs en Laeks, hebben geledingen. Gelede goederenwagens lijken aparte wagens, maar rijden onder één wagennummer en tellen als 1 rekeneenheid.	1 1 1 1 1	Variabel Vlootgemiddelde is circa 15 m
5	**Spoorvoertuigcategorie 5: blokgeremd dieselmaterieel** – dieselelektrisch reizigersmaterieel met alleen blokremmen met de bijbehorende locomotieven: de treinstellen van het type DE-I/II/III; – dieselelektrische locomotieven, behalve de DE-6400.			
6	**Spoorvoertuigcategorie 6: schijfgeremd dieselmaterieel** – dieselhydraulisch reizigersmaterieel met alleen schijfremmen en met motorgeluid: de Wadloper (DH), de Buffel (DM'90); – de dieselelektrische locomotief DE-6400.			
	DM'90 Buffel		2	52 m
7	**Spoorvoertuigcategorie 7: schijfgeremd metro- en sneltrammaterieel** – metro- en sneltrammaterieel van de GVB en de RET; – HSG3, RSG3- en SG3-materieel (Randstadrail). Scharnierende geledingen met 3 of 4 draaistellen zijn 1 eenheid.			
	HSG3, RSG3 en SG3		1	43 m
8	**Spoorvoertuigcategorie 8: schijfgeremd reizigersmaterieel** – elektrisch reizigersmaterieel met alleen schijfremmen: de typen ICM III, ICM IV, vIRM-IV/VI, DDM-2/3, ICK, Protos; – elektrisch reizigersmaterieel met afgeschakelde blokremmen (aangepaste ICR); – dieselelektrisch lightrailmaterieel: De Lint, Talent, GTW-DMU.			
	ICM III	ICM-III met alleen schijfremmen. Heeft 3 rekeneenheden per treinstel.	2	54 m
	ICM-IV	Heeft 4 rekeneenheden per treinstel.	2	54 m
	IRM		2	54 m
	DDM-2/3	Uiterlijk vrijwel gelijk aan de DDM-1 die in categorie 2 is ingedeeld. Rijdt meestal met motorbak mDDM in plaats van locomotief.	2	52 m

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal rekeneenheden	Getoonde lengte
	Protos		2	53 m
	Talent		2	42 m
	GTW2/6-DMU		2	41 m
	GTW2/8-DMU		3	56 m
	Lint		2	42 m
9	**Spoorvoertuigcategorie 9: schijf+blokgeremd hogesnelheidsmaterieel** – elektrisch hogesnelheidsmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde blokremmen op de motorwagens: de treinstellen van het type Thalys; – elektrisch hogesnelheidsmaterieel van het type ICE-3 en Eurostar.			
	V250	 Een V250 (Albatros) bestaat uit 8 geledingen en telt als 1 rekeneenheid (201 m). Getoond zijn de eerste 2 geledingen.	0,25	52 m
	ICE	 Een ICE bestaat uit 8 geledingen en telt als 1 rekeneenheid (201 m). Getoond zijn de eerste 2 geledingen.	0,25	
	Thalys	 Een Thalys bestaat uit 10 geledingen en telt als 1 rekeneenheid (200 m). Getoond zijn de eerste 2 geledingen.	0,30	51 m
	Eurostar	 Een Eurostar bestaat uit 16 geledingen en telt als 2 rekeneenheden (402 m). Getoond zijn de eerste 2 geledingen.	0,25	63 m
10	**Spoorvoertuigcategorie 10: lightrailmaterieel** – lightrailmaterieel van het type A32 en de Regio Citadis; – andere typen schijf of magneetgeremd lightrailmaterieel met de volgende kenmerken: aslast kleiner dan 10 ton, geveerde wielen met een doorsnede kleiner dan 700 mm, afscherming van wielen en rails door lage vloer en vergelijkbare asdichtheid als A32 materieel; – lage vloertram met (deels) afgeschermde en afgeveerde wielen; – trams.			
	A32	 Aantal rekeneenheden = aantal geledingen	2	30 m
	Regio Citadis		3	38 m
11	**Spoorvoertuigcategorie 11: goederenmaterieel met alternatieve blokremmen (K- of LL-blokken)** – alle typen goederenmaterieel met alternatieve (K- of LL-) blokremmen. Voor figuren: zie bij categorie 4.			
12	**Spoorvoertuigcategorie 12: schijfgeremd stil reizigersmaterieel** – elektrisch reizigersmaterieel met alleen schijfremmen: de typen SLT, FLIRT, GTW-emu en SNG.			

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal rekeneenheden	Getoonde lengte
	SLT-S100	Getoond is een half treinstel. Een heel treinstel bestaat uit 6 rekeneenheden.	3	50 m
	SLT-S70	Getoond is een half treinstel. Een heel treinstel bestaat uit 4 rekeneenheden.	2	35 m
	FLIRT-II		2	46m
	FLIRT-III		3	63m
	FLIRT IV		4	81 m
	GTW2/8	Aantal rekeneenheden ≠ aantal geledingen.	3	56 m
	GTW2/6	Aantal rekeneenheden ≠ aantal geledingen.	2	41 m
	SNG-3		3	60 m
	SNG-4		4	76 m

1.2.2. Nieuwe spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

Van de in paragraaf 1.2.1 met naam genoemde spoorvoertuigtypen zijn de emissiekenmerken in het verleden vastgesteld. Deze indeling is gebaseerd op type aandrijving en remsysteem.

De emissiekenmerken van een nieuw spoorvoertuigtype of een nieuwe spoorwegconstructie worden bepaald door middel van een meting.

Bij wijzigingen aan deze spoorvoertuigtypen of bij het beschikbaar komen van nieuwe spoorvoertuigtypen gelden de volgende regels:

1. Als er een modificatie van een bestaand spoorvoertuigtype (met ander typenummer en dergelijke) plaatsvindt waarbij het type aandrijving en het type remsysteem niet wijzigt: dit spoorvoertuigtype wordt in dezelfde spoorvoertuigcategorie ingedeeld als waarin het voor de modificatie was geplaatst.
2. Als er een modificatie van een bestaand spoorvoertuigtype (met ander typenummer en dergelijke) plaatsvindt waarbij het aandrijf- en/of remsysteem wel is gewijzigd: met procedure A uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 wordt getoetst of het spoorvoertuigtype kan worden ingedeeld in een bestaande categorie.
3. Als toepassing van procedure A uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 niet leidt tot een indeling in een bestaande categorie: met procedure B uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 worden nieuwe emissiekentallen voor het spoorvoertuigtype vastgesteld.

Bij het bepalen van de correctieterm van een nieuw type bovenbouwconstructie wordt procedure C uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 gebruikt.

Een andere meetmethode dan opgenomen in de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 is toegestaan als aannemelijk is gemaakt dat die andere meetmethode in die situatie ten minste gelijkwaardig is aan de in de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 beschreven methoden.
Voor trams is een aparte meetmethode vastgesteld voor het bepalen van emissiekentallen en correctiewaarden voor de spoorwegconstructie. Deze zijn opgenomen in paragraaf 4.3.

2. De geluidemissiegetallen per octaafband

2.1. Bronhoogten

De bepaling van de geluidemissiegetallen per octaafband vindt plaats op vijf verschillende bronhoogten, te weten:

- op de hoogte van de bovenkant van het spoor (het geluidemissiegetal L_E^{bs});
- op een hoogte van 0,5 m boven de bovenkant van het spoor (het geluidemissiegetal L_E^{as});
- op een hoogte van 2,0 m boven de bovenkant van het spoor (het geluidemissiegetal L_E^{2m});
- op een hoogte van 4,0 m boven de bovenkant van het spoor (het geluidemissiegetal L_E^{4m});
- op een hoogte van 5,0 m boven de bovenkant van het spoor (het geluidemissiegetal L_E^{5m}).

2.2. Bovenbouw

Bovenbouwconstructies

Het geluidemissietraject wordt als volgt getypeerd naar bovenbouwconstructie en baangesteldheid:

- baan op betonnen mono- of duoblok dwarsliggers in ballastbed (index *bb* = 1);
- baan op houten of zigzag betonnen dwarsliggers in ballastbed (index *bb* = 2);
- baan met ballastbed met niet-doorgelaste spoorstaven, spoorstaafonderbreking of wissels (index *bb* = 3);
- baan met blokkenspoor (index *bb* = 4);
- baan met blokkenspoor en ballastbed (index *bb* = 5);
- baan met regelbare spoorstaafbevestiging (index *bb* = 6);
- baan met regelbare spoorstaafbevestiging en ballastbed (index *bb* = 7);
- baan met ingegoten spoorstaaf (index *bb* = 8);
- baan met directe railbevestiging op een onderheide betonplaat voor metro- en sneltrammaterieel (index *bb* = 9);
- baan met raildempers op betonnen mono- of duoblok dwarsliggers in ballastbed (index *bb* = 10);
- baan met HSL-Rhedaspoor (index *bb* = 11);
- baan met HSL-Rhedaspoor en raildempers (index *bb* = 12);
- baan bij overweg;
- trambaan in gras (index *bb*=13);
- trambaan in asfalt (index *bb*=14);
- tramplatenspoor (index *bb*=15);
- trambaan in klinkers (index *bb*=16).

Spoorconditie

De conditie van het spoor wordt in rekening gebracht via de term spoorconditie. In deze term is het effect van spoorstaafonderbrekingen en de sporstaafruwheid opgenomen.

Spoorstaafonderbrekingen en wissels

Bij de bepaling van de geluidemissiegetallen wordt onderscheid gemaakt naar de mate van voorkomen van spoorstaafonderbrekingen op het geluidemissietraject:

- voegloze spoorstaaf (doorgelast) met of zonder voegloze wissels en kruisingen (index *m* = 1);
- niet doorgelaste spoorstaaf (=voegenspoorstaaf) (*m* = 2);
- wissels (*m* = 3 of m = 4).

Wissels worden direct gemodelleerd met de werkelijke lengte. Bij de modellering van een wissel kan het worden opgesplitst in meerdere delen. De bovenbouwcorrectie wordt bepaald aan de hand van het type wissel: 'voegloos'/'intern-voegloos'/'niet-voegloos':

- een voegloze wissel krijgt de bovenbouwcode die hoort bij het type dwarsligger;

– een intern-voegloze/niet-voegloze wissel krijgt bovenbouwcode *bb* = 3;
– voor een intern-voegloze wissel wordt aangenomen dat deze gemiddeld één voeg heeft;
– voor een niet-voegloze wissel wordt aangenomen dat deze gemiddeld drie voegen heeft;
– het aantal voegen gedeeld door de totale lengte van het wissel levert de informatie om de stootgeluidcorrectie te bepalen (de factor f_m voor toepassing in formule 2.3c).

Spoorstaafruwheid

Ten slotte is het mogelijk om rekening te houden met situaties waarbij structureel sprake is van een fors afwijkende spoorstaafruwheid dan het landelijk gemiddelde dat de basis is voor de Standaardrekenmethode 2 in deze bijlage. Dit is met name bedoeld om de mogelijkheid te bieden de geluidreducerende effecten in de berekening te verwerken van het onderhouden van het spoor in een toestand met extra lage spoorstaafruwheid (door bijvoorbeeld intensief onderhoud of akoestisch slijpen).

2.3. Gegevens

Voor de berekening van de geluidemissiegetallen per octaafband zijn de volgende gegevens nodig:

$Q_{p,c}$: het gemiddelde aantal rekeneenheden van spoorvoertuigen met snelheidsprofiel *p* van de betrokken spoorvoertuigcategorie *c* [h^{-1}];
$Q_{p,r,c}$: het gemiddelde aantal eenheden van spoorvoertuigen met snelheidsprofiel *p* van de betrokken spoorvoertuigcategorie *c* waarvan het remsysteem is ingeschakeld [h^{-1}];
$v_{p,c}$: de gemiddelde snelheid van de spoorvoertuigen met snelheidsprofiel *p* van de betrokken spoorvoertuigcategorie *c* [kmh^{-1}];
p: snelheidsprofiel: doorgaand (d) en stoppend (s);
bb: het type bovenbouwconstructie/baangesteldheid [-];
m: aanduiding van de mate van voorkomen van spoorstaafonderbrekeningen [-].

2.4. Berekeningswijze

De berekening verloopt als volgt:

$$L_{E,i}^{\mathrm{bs}} = 10\lg\left(\sum_{p=\mathrm{d,s}}\sum_{c=1}^{12} 10^{\frac{E_{p,i,c}^{\mathrm{bs}}+C_{bb,i,c}^{\mathrm{bs}}+C_{\mathrm{spoorconditie},i,c,m}}{10}}\right) \quad (2.1a)$$

$$L_{E,i}^{\mathrm{as}} = 10\lg\sum_{p=d,s}\left(\sum_{c=1}^{12} 10^{\frac{E_{p,i,c}^{\mathrm{as}}+C_{bb,i,c}^{\mathrm{as}}+C_{\mathrm{spoorconditie},i,c,m}}{10}} + \sum_{c=1}^{12} 10^{\frac{E_{\mathrm{rem},p,i,c}}{10}} + \sum_{c=3,5,6} 10^{\frac{E_{\mathrm{motor},p,i,c}}{10}} + \sum_{c=9} 10^{\frac{E_{\mathrm{aero},p,i,c}^{\mathrm{as}}}{10}}\right) \quad (2.1b)$$

$$L_{E,i}^{2m} = 10\lg\sum_{p=d,s}\left(\sum_{c=9} 10^{\frac{E_{\mathrm{aero},p,i,c}}{10}} + \sum_{c=9} 10^{\frac{E_{\mathrm{koeling},p,i,c}}{10}}\right) \quad (2.1c)$$

$$L_{E,i}^{4m} = 10\lg\sum_{p=d,s}\left(\sum_{c=9} 10^{\frac{(E_{\mathrm{aero},p,i,c}-3)}{10}} + \sum_{c=9} 10^{\frac{(E_{\mathrm{koeling},p,i,c}-3)}{10}}\right) \quad (2.1d)$$

$$L_{E,i}^{5m} = 10\lg\sum_{p=d,s}\left(\sum_{c=9} 10^{\frac{(E_{\mathrm{aero},p,i,c}-3)}{10}}\right) \quad (2.1e)$$

Voor de categorieën 1, 2, 3, 6, 7 en 8 is:

$$E_{p,i,c}^{\mathrm{bs}} = E_{p,i,c} - 1$$

$$E_{p,i,c}^{\mathrm{as}} = E_{p,i,c} - 7$$

Voor de categorieën 4, 5 en 11 is:

$$E^{bs}_{p,i,c} = E_{p,i,c} - 3$$

$$E^{as}_{p,i,c} = E_{p,i,c} - 3$$

Voor categorie 9 is:

$$W = -3{,}2 - 1{,}5 \arctan\frac{v - 200}{50}$$

$$E^{bs}_{p,i,9} = E_{p,i,9} + W$$

$$E^{as}_{p,i,9} = E_{p,i,9} + 10\lg\left(1 - 10^{W/10}\right)$$

Voor de categorieën 10 en 12 is:

$$E^{bs}_{p,i,10} = E_{p,i,10-bs}$$

$$E^{as}_{p,i,10} = E_{p,i,10-as}$$

Met:

$E_{p,i,c} = a_{i,c} + b_{i,c}\ lg\ v_{p,c} + 10\ lg Q_{p,c}$ (2.2a)

$E_{rem,p,i,c} = a_{i,c} + b_{i,c}\ lg\ v_{p,r,c} + 10\ lg\ Q_{p,r,c} + C_{rem,i,c}$ (2.2b)

en voor c = 3, 5, 6:

$E_{motor,p,i,c} = a_{motor,i,c} + b_{motor,i,c}\ lg\ v_{p,c} + 10\ lg\ Q_{p,c}$ (2.2c)

en voor c = 9:

$E_{koeling,p,i,c} = a_{koeling,i,c} + b_{koeling,i,c}\ lg\ v_{p,c} + 10\ lg\ Q_{p,c}$ (2.2d)

$E_{aero,p,i,c} = a_{aero,i,c} + b_{aero,i,c}\ lg\ v_{p,c} + 10\ lg\ Q_{p,c}$ (2.2e)

De waarden van de emissiekentallen a_c en b_c zijn gegeven in de tabellen 2.1 en 2.2.

Tabel 2.1 Emissiekentallen a_c en b_c als functie van spoorvoertuigcategorie c en octaafbandindex (i)

Categorie	Kental	Octaafbandindex *i* met middenfrequentie in [Hz]							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k Hz
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	*a*	20	55	86	86	46	33	40	29
	b	19	8	0	3	26	32	25	24
2	*a*	51	76	91	84	46	15	24	36
	b	5	0	0	7	26	41	33	20
3	*a*, v<60 v≥60	54 36	50 15	66 66	86 68	68 51	68 51	45 27	39 21
	b, v<60 v≥60	0 10	10 30	10 10	0 10	10 20	10 20	20 30	20 30
3 motor	*a*, v<60 v≥60	72 72	88 35	85 50	51 68	62 9	54 71	25 7	15 -3
	b, v<60 v≥60	-10 -10	-10 20	0 20	20 10	10 40	20 10	30 40	30 40
4	*a*	30	74	91	72	49	36	52	52
	b	15	0	0	12	25	31	20	13

Categorie	Kental	Octaafbandindex *i* met middenfrequentie in [Hz]							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k Hz
		1	2	3	4	5	6	7	8
5	*a*, *v*<60 *v*≥60	41 41	90 72	89 89	76 94	59 76	58 58	51 51	40 40
	b, *v*<60 *v*≥60	10 10	-10 0	0 0	10 0	20 10	20 20	20 20	20 20
5 motor	*a*	88	95	107	113	109	104	98	91
	b	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
6	*a*, *v*<60 *v*≥60	54 36	50 15	66 66	86 68	68 51	68 51	45 27	39 21
	b, *v*<60 *v*≥60	0 10	10 30	10 10	0 10	10 20	10 20	20 30	20 30
6 motor	*a*, *v*<60 *v*≥60	72 72	88 35	85 50	51 68	62 9	54 71	25 7	15 -3
	b, *v*<60 *v*≥60	-10 -10	-10 20	0 20	20 10	10 40	20 10	30 40	30 40
7	*a*	56	62	53	57	37	36	41	38
	b	2	7	18	18	31	30	25	23
8	*a*	31	62	87	81	55	35	39	35
	b	15	5	0	6	19	28	23	19
9	*a*, *v*<120 *v*≥120	56 38	78 69	100 92	106 87	75 62	73 43	88 48	58 46
	b, *v*<120 *v*≥120	5 15	1 5	-4 0	-4 6	13 19	13 28	3 23	16 19
9 koeling	*a*	54	69	79	84	84	83	82	78
	b	0	0	0	0	0	0	0	0
9 aero	*a*	-45	-35	-27	-25	-26	-25	-25	-30
	b	50	50	50	50	50	50	50	50
10-bs	*a*	7	50	62	69	42	43	30	14
	b	20	10	9	8	24	23	25	28
10-as	*a*	25	78	51	39	29	26	25	18
	b	13	-8	9	20	25	29	31	28
11	*a*	57	30	59	71	45	66	22	18
	b	0	24	16	10	24	14	34	32
12-bs	*a*	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm
	b	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm
12-as	*a*	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm
	b	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm	Pm

$C_{rem,i,c}$ wordt bepaald volgens tabel 2.2.

Tabel 2.2 De remgeluid-correctieterm $C_{rem,i,c}$ als functie van de spoorvoertuigcategorie (c) en octaafbandindex (i)

Octaafbandindex *i*	$C_{rem,i,c}$				
	c = 1, 4, 5	*c* = 2	*c* = 7	*c* = 3, 6, 8, 9, 11,12	*c* = 10
1	-20	-20	-8	-20	2

Octaafbandindex *i*	$C_{rem,i,c}$				
	c = 1, 4, 5	*c* = 2	*c* = 7	*c* = 3, 6, 8, 9, 11,12	*c* = 10
2	-20	-20	-7	-20	-1
3	-20	-20	-20	-20	0
4	-2	0	-20	-20	2
5	2	1	-20	-20	5
6	3	2	-20	-20	4
7	8	5	-20	-20	4
8	9	5	-5	-20	3

De bovenbouwcorrectietermen $C^{bs}_{bb,i,c}$ en $C^{as}_{bb,i,c}$ brengen het effect van verschillende baanconstructies in rekening op twee bronhoogten. Daarbij is een spoorstaafruwheid zoals gemiddeld in Nederland optreedt het uitgangspunt. De bovenbouwcorrectietermen zijn als volgt gedefinieerd:

$$C^{bs}_{bb,i,c} = C_{bb,i}$$

$$C^{as}_{bb,i,c} = \begin{cases} C_{bb,i} \text{ voor } c \neq 9 \\ 0 \text{ voor } c = 9 \end{cases} \qquad \text{(2.3a)}$$

De waarde voor de bovenbouwcorrectieterm voor verschillende bovenbouwconstructies is gegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3 Correctieterm $C_{bb,i}$ als functie van bovenbouwconstructie/baangesteldheid (bb) en octaafbandindex (i)

$C_{bb,i}$	Octaafbandindex (i)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
bb=1	0	0	0	0	0	0	0	0
bb=2	1	1	1	5	2	1	1	1
bb=3	1	3	3	7	4	2	3	4
bb=4	6	8	7	10	8	5	4	0
bb=5	6	8	8	9	2	1	1	1
bb=6	3	4	-1	3	7	4	3	3
bb=7	6	1	0	0	0	0	0	0
bb=8	5	4	3	6	2	1	0	0
bb=9	7	2	1	4	7	9	5	1
bb=10	0	0	-1	-2	-4	-3	-2	-1
bb=11	0	0	0	7	7	3	2	0
bb=12	0	0	-2	4	5	-5	-3	-4
bb=13	8,6	5,4	2,6	3,3	3,5	0,7	-3,5	-2,7
bb=14	3,8	-0,3	2,9	-0,7	5,1	2,0	-1,0	-2,6
Bb=15	7,9	3,1	1,0	0,3	4,6	1,0	-1,4	-1,1
Bb=16	4,0	3,4	0,0	-1,3	0,5	-1,7	2,0	-4,1

De invloed van de conditie van het spoor op de geluidemissie wordt in rekening gebracht met de term $C_{spoorconditie,i,c,m}$. Hiermee wordt het effect beschreven van eventuele voegen in het spoor of van een spoorstaafruwheid die sterk afwijkt van het Nederlands gemiddelde. Voor de bepaling van deze term wordt formule (2.3b) of (2.3c) gebruikt, afhankelijk van de mate van spooronderbreking. Voor tramspoorconstructies waarvan de spoorconditie niet is vastgesteld wordt gebruik gemaakt van de formule (2.3d) of (2.3e).

$C_{spoorconditie,i,c,1} = C_{ruwheid,i,c}$ voor $m = 1$ (2.3b)

of

$C_{spoorconditie,i,c,m} = 10\ lg(1 + f_m A_i)$ voor $m = 2, 3$ of 4 (2.3c)

$C_{spoorconditie,i,c,1}) = 5$ voor trambaan in normale spoorconditie (bb = 13, 14, 15 of 16) (2.3d)

of

$C_{spoorconditie,i,c,1} = 3$ voor geslepen trambaan (bb = 13, 14,15 of 16) (2.3e)

Voor voegend spoor en voegende wissels zijn de waarden voor f_m en A_i in de tabellen 2.4 en 2.5 opgenomen. De lengte van het wissel (in de tabel genoemd 'lengte wissel') wordt bepaald door de totale lengte van het wissel (van de voorlas tot de achterlas) en niet de lengte van het gemodelleerde wisselgedeelte.

Tabel 2.4 Waarden voor de factor f_m (als m ongelijk is aan 1)

Omschrijving	m	f_m
Voegenspoor	2	1/30
Intern-voegloos wissel	3	1/lengte wissel
Niet-voegloos wissel	4	3/lengte wissel

Tabel 2.5 Kental voor stootgeluidemissie A_i als functie van octaafbandindex (i)

octaafbandindex i	A_i
1	3
2	40
3	20
4	3
5, 6, 7, 8	0

De extra geluidemissie van ruwe spoorstaven of de geluidreductie door gladdere spoorstaven wordt verwerkt door het verschil in de energetische som van wiel- en spoorstaafruwheid in de bovenbouw-correctieterm te verwerken. Deze methodiek geldt alleen voor voegloze spoorstaven (m=1). Voor niet-voegloze spoorstaven wordt geen spoorstaafruwheidscorrectie toegepast.

Het effect van de afwijkende ruwheid wordt in rekening gebracht met de coëfficiënt $C_{ruwheid,i,c}$. Deze term is afhankelijk van de snelheid (v) en de spoorvoertuigcategorie (c). Als ervoor wordt gekozen niet te corrigeren voor een eventueel lokaal afwijkende spoorstaafruwheid, geldt $C_{ruwheid,i,c}$.

$C_{ruwheid,i,c} = (L_{i,rtr,feitelijk} \oplus L_{i,rveh,c}) - (L_{i,rtr,ref} \oplus L_{i,rveh,c})$ (2.3d)

met:
$L_{i,rtr,ref}(v)$: de referentieruwheid (afgeleid uit de gemiddelde spoorstaafruwheid in Nederland);
$L_{i,rtr,feitelijk}(v)$: de lokale ruwheid van de spoorstaven waar de berekeningen worden uitgevoerd;
$L_{i,rveh,c}(v)$: de wielruwheid van de diverse spoorvoertuigcategorieën, volgens tabel 2.7.
Het symbool ⊕ staat voor energetische sommatie ($x \oplus y = 10lg\ (10^{x/10} + 10^{y/10})$).

Voor de spoorvoertuigcategorieën uit deze bijlage geldt het volgende verband tussen remsysteem en spoorvoertuigcategorie:
- de categorieën 1, 4, 5: gietijzeren blokkenrem;
- categorie 2: schijfrem + toegevoegde gietijzeren blokkenrem;
- de categorieën 3 (exclusief het elektrisch reizigersmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde alternatieve (LL-) blokremmen), 6, 7, 8, 9, 10 en 12: schijfrem;
- categorie 3 (alleen het elektrisch reizigersmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde alternatieve (LL-) blokremmen): schijfrem + toegevoegde alternatieve blokkenrem;

– categorie 11: alleen alternatieve blokkenrem.

Voor nieuwe spoorvoertuigen die worden ingemeten volgens procedure B van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 volgt de gemiddelde wielruwheid uit de metingen.

Tabel 2.6a Spoorstaafruwheid als functie van de golflengte

Golflengte (mm)	630	500	400	315	250	200	160	125	100	80	63	50	40	31,5	25
Referentieruwheid	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1
Geoptimaliseerd voor snelheden < 200 km/u	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	5,5	4,0	2,5	1,0	-0,5	-2,0	-3,5	-5,0	-6,5	-8,0
Geoptimaliseerd voor snelheden > 200 km/u	13,0	12,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,0	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5	-4,0

[1] Gegevens zijn niet beschikbaar, geadviseerd wordt om voor deze golflengten uit te gaan van de referentieruwheid

Tabel 2.6b Spoorstaafruwheid als functie van de golflengte

Golflengte (mm)	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,15	2,5	2	1,6	1,25	1
Referentieruwheid	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15
Geoptimaliseerd voor snelheden < 200 km/u	-9,5	-11,0	-11,3	-11,6	-11,9	-12,2	-12,5	-12,8	-13,1	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
Geoptimaliseerd voor snelheden > 200 km/u	-4,5	-5,0	-5,0	-5,0	-6,0	-7,0	-8,0	-9,0	-10,0	-11,0	-12,0	-13,0	[1]	[1]

[1] Gegevens zijn niet beschikbaar, geadviseerd wordt om voor deze golflengten uit te gaan van de referentieruwheid

Tabel 2.7a Wielruwheid afhankelijk van het type remsysteem als functie van de golflengte

Golflengte [mm]	630	500	400	315	250	200	160	125	100	80	63	50	40	31,5	25
Schijfrem + toegevoegde gietijzeren blokkenrem	16	15	14	13	12	11	11	12	13	14	16	15	12	11	10
Schijfrem + toegevoegde alternatieve blokkenrem	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-3
Alleen gietijzeren blokkenrem	10	9	8	7	6	5	6	7	9	11	13	12	10	8	6
Alleen schrijfrem	13	12	11	10	9	8	7	7	6	6	3	1	-1	-2	-3
Alleen alternatieve blokkenrem	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]

[1] Gegevens niet bekend; voor zover nodig vaststellen met behulp van methode B van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006.

Tabel 2.7b Wielruwheid afhankelijk van het type remsysteem als functie van de golflengte

Golflengte [mm]	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,15	2,5	2	1,6	1,25	1
Schijfrem + toegevoegde gietijzeren blokkenrem	6	3	-2	-5	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16
Schijfrem + toegevoegde alternatieve blokkenrem	-3	-3	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16
Alleen gietijzeren blokkenrem	5	0	-1	-1	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12
Alleen schrijfrem	-3	-4	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16
Alleen alternatieve blokkenrem	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]

[1] Gegevens niet bekend; voor zover nodig vaststellen met behulp van methode B van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006.

De spoorstaafruwheid L_{rtr} van de meetlocatie wordt gemeten in 1/3-octaven volgens de procedures omschreven in NEN-EN-ISO 3095:2013. De spoorstaafruwheid wordt op representatieve locaties gemeten en in het model verwerkt. Deze meetlocaties zijn verdeeld over het gehele spoorweggedeelte dat in het model wordt opgenomen. De meetgegevens zijn onderdeel van de rapportage van het akoestisch onderzoek.

De wiel- en spoorstaafruwheden moeten in octaafbanden zijn uitgedrukt. Om van ruwheidsgolflengte de correctie in geluidoctaafbanden te krijgen, wordt de volgende methode gehanteerd:

1. Bepaal de ruwheidscorrectie per golflengtegebied λ (van 1 tot 630 mm)

$$C_{\text{ruwheid},\lambda,c} = \left(L_{\lambda,\text{rtr,feitelijk}} \oplus L_{\lambda,\text{rveh},c}\right) - \left(L_{\lambda,\text{rtr,ref}} \oplus L_{\lambda,\text{rveh},c}\right) = 10\lg\left(10^{\frac{L_{\lambda,\text{rtr,feitelijk}}}{10}} + 10^{\frac{L_{\lambda,\text{rveh},c}}{10}}\right) - 10\lg\left(10^{\frac{L_{\lambda,\text{rtr,ref}}}{10}} + 10^{\frac{L_{\lambda,\text{rveh},c}}{10}}\right) \quad (2.4a)$$

   Als de ruwheid niet afwijkt van de referentieruwheid dan is de ruwheidscorrectie voor een bepaalde golflengte: $C_{\text{ruwheid},\lambda,c} = 0$.

2. Bepaal de ruwheidscorrectie per werkelijke geluidsfrequentie f: $C_{\text{ruwheid},(f,v),c} = C_{\text{ruwheid},\lambda,c}$). Met f = 1.000⁄3,6 · (*v*/*f*). Met frequentie *f* in Hz, voertuigsnelheid *v* in km/u en golflengte λ in mm. Dus:

$$C_{\text{ruwheid,(f=2500Hz,v=90km/u),c}} = C_{\text{ruwheid},\lambda\,=\,10\text{mm},c} \quad (2.4b)$$

3. De werkelijke geluidsfrequentie f komt in het algemeen niet overeen met de preferente tertsbandmiddenfrequenties (deze zijn voor deze toepassing f_{terts} = 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1.000, 1.250, 1.600, 2.000, 2.500, 3.150, 4.000, 5.000, 6.300, 8.000 en 10.000 Hz). Daarom worden de waarden van $C_{\text{ruwheid (f = 2500 Hz, v =90km/h),c}} = C_{\text{ruwheid},\lambda\,=10\text{mm},c}$ bepaald uit lineaire interpolatie van de waarden van $C_{\text{ruwheid},(f,v),c}$. Zoek hiervoor de twee werkelijke geluidsfrequenties f_- en f_+ die het dichtst liggen bij de tertsmiddenbandfrequentie f_{terts} zodat geldt: $f_- < f_{terts} < f_+$. Dan geldt:

$$C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts}},v),c} = C_{\text{ruwheid},(f_-,v),c} + \left(C_{\text{ruwheid},(f_+,v),c} - C_{\text{ruwheid},(f_-,v),c}\right) \cdot \left(\frac{\lg(f_{\text{terts}}) - \lg(f_-)}{\lg(f_+) - \lg(f_-)}\right) \quad (2.4c)$$

   Hiermee is de ruwheidscorrectie per tertsband bepaald.

4. De ruwheidscorrectie per tertsband wordt ten slotte energetisch gemiddeld om een ruwheidscorrectie per octaafbandindex *i* te berekenen. Daarvoor worden eerst de drie tertsbandmiddenfrequenties gezocht die binnen de octaafband vallen. Dit is samengevat in onderstaande tabel:

Tabel 2.8 Standaard middenfrequenties voor octaaf- en tertsbanden

i	Octaafband f_{oct}	Tertsbanden f_{terts1}, f_{terts1}, f_{terts3}
1	63	50, 63, 80
2	125	100, 125, 160
3	250	200, 250, 315
4	500	400, 500, 630
5	1.000	800, 1.000, 1.250
6	2.000	1.600, 2.000, 2.500
7	4.000	3.150, 4.000, 5.000
8	8.000	6.300, 8.000, 10.000

Vervolgens kan de ruwheidscorrectie per octaafband worden bepaald met de volgende formule:

$$
\begin{aligned}
C_{\text{ruwheid},i,c} &= C_{\text{ruwheid},(f_{\text{oct}},v),c} \\
&= C_{\text{ruwheid},(f_{terts1},v),c} \oplus C_{\text{ruwheid},(f_{terts2},v),c} \oplus C_{\text{ruwheid},(f_{terts3},v),c} - 10\lg(3) \\
&= 10\lg\frac{1}{3}\left(10^{\frac{C_{\text{ruwheid},(f_{terts1},v),c}}{10}} + 10^{\frac{C_{\text{ruwheid},(f_{terts2},v),c}}{10}} + 10^{\frac{C_{\text{ruwheid},(f_{terts3},v),c}}{10}}\right)
\end{aligned}
\qquad \text{(2.4d)}
$$

In veel situaties waarin wordt overwogen plaatselijk een extra lage spoorstaafruwheid aan te brengen en te onderhouden is het ten tijde van het akoestisch onderzoek nog niet mogelijk de spoorstaafruwheid door meting vast te stellen, omdat deze pas wordt aangebracht nadat geluidprocedures zijn doorlopen. In dat geval wordt aangetoond dat de lage spoorstaafruwheid waarmee wordt gerekend, in de praktijk is te realiseren en te onderhouden.

Maatgevend daarbij is dat per spoorvoertuigcategorie de op basis van de verwachte lage spoorstaafruwheid berekende geluidsreductie, gemiddeld over de tijdsperiode tussen twee slijpbeurten en over het betrokken spoorweggedeelte bezien, ook in werkelijkheid optreedt. Daarnaast worden lokale afwijkingen voorkomen als die gemiddeld over de tijdsperiode tussen twee slijpbeurten leiden tot een 1 dB lagere geluidsreductie dan was berekend. De middelingen over de tijd en over het spoorweggedeelte zijn lineaire middelingen.

Als emissiegegevens volgens procedure B van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 beschikbaar zijn met effectieve ruwheden en overdrachten van het te berekenen spoorweggedeelte en spoorvoertuig, dan worden de termen $C_{bb,i}$ en $C_{spoorconditie,i,c,m}$ niet gebruikt.

2.5. Emissie van betonnen en stalen kunstwerken

2.5.1. Betonnen kunstwerken

Bij betonnen kunstwerken en de daarop toegepaste bovenbouwconstructie is de emissie ten gevolge van het rolgeluid en van de geluiduitstraling door het kunstwerk zelf verwerkt in de bovenbouwcorrectie (tabel 2.3). Bij toepassing van schermen op het kunstwerk wordt hierdoor het effect van de schermen bij lage frequenties overschat. Deze modellering is daarom alleen toelaatbaar voor schermen met een maximum hoogte van 2 m boven de bovenkant van het spoor.

Voor hogere schermen is nader akoestisch onderzoek noodzakelijk.

De toe te passen bovenbouwcorrecties voor verschillende typen betonnen kunstwerken is gegeven in tabel 2.9.

Tabel 2.9 Toe te passen bovenbouwcorrecties bij verschillende typen betonnen kunstwerken[1]

Type kunstwerk	Type bovenbouw op het kunstwerk	Code *bb*
TT- en kokerliggerbrug	Regelbare bevestiging	6
Plaat- en trogbrug	Dwarsliggers in ballastbed (betonnen of houten)	1 of 2
	Regelbare bevestiging	6
	Regelbare bevestiging volgestort met ballast	7
Plaatbrug	Blokkenspoor	4
	Blokkenspoor volgestort met ballast	5
	Ingegoten spoorstaaf	8

[1] De cijfers in de tabel verwijzen naar de codes van tabel 2.3.

2.5.2. Stalen kunstwerken

Bij stalen kunstwerken wordt de toename van de emissie ten gevolge van de invloed van het kunstwerk in rekening gebracht met een geluidemissietoeslag. De toename van de emissie kan worden toegeschreven aan geluidemissie van het kunstwerk zelf en een toename van het rolgeluid op het kunstwerk. De emissie ten gevolge van de geluiduitstraling door het kunstwerk zelf wordt verwerkt door het toevoegen van een bronlijn op 0 m BS en de extra emissie ten gevolge van de toename van het rolgeluid wordt verrekend als toename van de emissie op de al gemodelleerde bronnen op 0 en 0,5 m BS.

In de geluidemissietoeslag is het effect van een mogelijk afwijkende bovenbouwconstructie en eventuele extra afschermende delen van het kunstwerk al verwerkt. Daarom wordt bij stalen kunstwerken in de modellering uitgegaan van bovenbouwconstructie *bb*=1 en worden de afschermende delen van het kunstwerk niet gemodelleerd.

De geluidemissietoeslag voor een stalen kunstwerk wordt meettechnisch bepaald volgens de methode beschreven in paragraaf 4.2.

Voor het toepassen van schermen als geluidmaatregel op het kunstwerk is nader onderzoek nodig.

2.6. Snelheden

Het geluidemissiegetal wordt bepaald voor snelheden vanaf 40 km/u tot een maximumsnelheid per spoorvoertuigcategorie zoals gegeven in tabel 2.10. Treinen die langzamer rijden dan 40 km/u worden in de berekeningen gemodelleerd als treinen met een snelheid van 40 km/u. Uitzondering is categorie 10 (light rail en trams), hiervoor geldt dat het geluidemissiegetal bepaald wordt vanaf 30 km/u. Voor nieuw ingemeten materieel volgens de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 geldt als maximale snelheid het maximum dat bij de metingen is meegenomen. Voor treinen wordt geen hogere snelheid ingevoerd dan de voor dat treintype geldende maximumsnelheid daadwerkelijk (kunnen) rijden.

Tabel 2.10 Maximale snelheden per spoorvoertuigcategorie

Categorie	Maximale snelheid (km/u)
1	140
2	160
3	160
4	100
5	140
6	120
7	100
8	160
9	300
10	100
11	100
12	160

Voor spoorvoertuigen die niet zijn vermeld in een van de categorieën, geldt het maximum dat bij het betreffende spoorvoertuig hoort volgens de specificaties van de fabrikant.

2.7 Overstand

Het geluid van stilstaande treinen wordt berekend als de aaneensloten duur van de geluidemissie van de stilstaande trein ten minste een uur bedraagt. Het geluid wordt berekend volgens de methode voor industrielawaai (bijlage IVh). De spectrale bijdrage van overstandgeluid op een rekenpunt wordt bepaald door de bijdragen van alle stilstaande treinen logaritmisch op te tellen.

3. Standaardrekenmethode

3.1. Begrippen

bronlijn:	lijn gelegen boven het hart van het spoor op een bepaalde hoogte boven de bovenkant van het spoor (BS), die de plaats van de geluidsafstraling van een (gedeelte van een) geluidemissietraject representeert; afhankelijk van het type materieel worden twee tot vijf bronlijnen onderscheiden;

bronlijnsegment:	rechte verbindingslijn tussen de snijpunten van een bronlijn met de grensvlakken van een sector;
bronpunt:	snijpunt van een sectorvlak met een bronlijnsegment;
openingshoek van een sector:	hoek tussen de begrenzingvlakken van een sector in het horizontale vlak;
sector:	ruimte begrensd door twee verticale half-vlakken waarvan de grenslijnen samenvallen met de verticaal door het waarneempunt;
sectorvlak:	bissectricevlak van de twee grensvlakken van een sector;
totale openingshoek:	som van de openingshoeken van alle sectoren die voor het bepalen van het equivalente geluidsniveau in dB van belang zijn;
waarneempunt:	punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB, het L_{Aeq}, moet worden bepaald; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betrokken gevelvlak;
zichthoek:	hoek waaronder een object (gevel, scherm, baanvak en dergelijke) in horizontale projectie wordt gezien vanuit het waarneempunt.

3.2. De hoofdformule

Het equivalent geluidniveau in dB, het L_{Aeq}, wordt berekend volgens de formule:

$$L_{Aeq} = 10\lg \sum_{i=i}^{8} \left(10^{\left(10\lg \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} 10^{\Delta L_{eq,i,j,n}/10}\right)/10} + 10^{L_{overstand,i}/10} \right) \quad (3.1a)$$

Waarbij:
$\Delta L_{eq,i,j,n}$ de bijdrage is aan het L_{Aeq} in één octaafbandindex (index *i*), van één sector (index *j*) en van één bronpunt (index *n*); en
$L_{overstand,i}$ de, volgens bijlage IVh berekende, bijdrage van de overstand is voor octaafband index i.

$\Delta L_{eq,i,j,n}$ wordt samengesteld uit de volgende termen:

$$L_{eq,i,j,n} = L_E + \Delta L_{GU} - \Delta L_{OD} - \Delta L_{SW} - \Delta L_R - 58{,}6 \quad (3.1b)$$

waarin:
$L_{E,...}$: de geluidemissiegetallen per bronhoogte en per octaafband, bepaald volgens hoofdstuk 3;
ΔL_{GU}: de geometrische uitbreidingsterm (paragraaf 3.4);
ΔL_{OD}: de overdrachtsverzwakking (paragraaf 3.5);
ΔL_{SW}: de schermwerking, voor zover van toepassing (paragraaf 3.6);
ΔL_R: de niveaureductie ten gevolge van reflecties, als dit van toepassing is (paragraaf 3.9).

Er wordt gesommeerd over de octaafbanden met de nominale middenfrequenties 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 en 8.000 Hz.

De sectorindeling is zo dat de geometrie en een geluidemissietraject in een sector goed worden beschreven met de geometrie in het sectorvlak. Hierbij wordt uitgegaan van een vaste openingshoek. Deze openingshoek is 2°. De hoeken van de sectorvlakken worden bepaald door de even hoeken in een windroos (0°, 2°, 4°, etcetera). Bij bronnen met een afmeting kleiner dan een sectorhoek wordt afgeweken van deze sectorindeling (zie paragraaf 3.4).

Het aantal bronpunten, *N*, binnen een sector wordt bepaald door het aantal keer dat het betrokken sectorvlak een bronlijn (segment) snijdt.

3.3. Modellering van de situatie

3.3.1. Bronlijnen

Bij het modelleren van geometrische gegevens is het uitgangspunt voor verticale maten de bovenkant van het spoor (BS) en voor horizontale maten het hart van het spoor. De lijnen die op het hart van

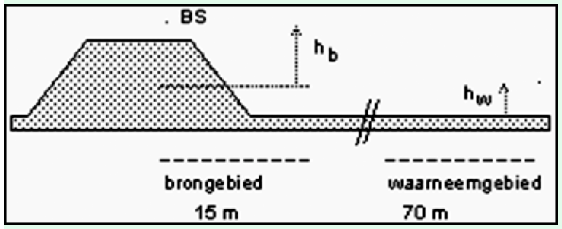
het spoor lopen met verschillende hoogten boven de bovenkant van het spoor (BS) zijn in de modellering de bronlijnen. Voor de meeste spoorvoertuigcategorieën zijn er twee bronlijnen op 0 cm en op 0,5 m boven de bovenkant van het spoor (BS). Voor spoorvoertuigcategorie 9 zijn er vijf bronlijnen op 0 m, 0,5 m, 2,0 m, 4,0 m en 5,0 m boven de bovenkant van het spoor (BS).

3.3.2. Bodemgesteldheid

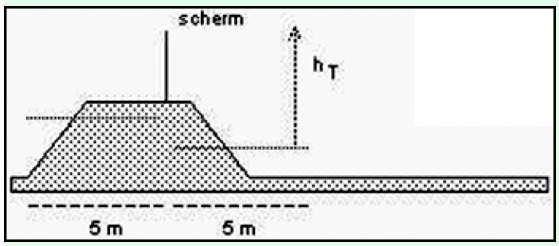
De bodemgesteldheid wordt verdeeld in twee groepen, te weten akoestisch hard en niet hard. Onder akoestisch hard (B=0) wordt verstaan: klinkers, asfalt, beton, andere bodemverhardingen, wateroppervlakken en dergelijke. Als akoestisch niet hard (B=1) gelden: ballastbed, grasland, landbouwgrond met of zonder gewas, zandvlakten, bodem zonder vegetatie en dergelijke.

3.3.3. Hoogteverschillen in bodem

De hoogte van bronnen, objecten en waarneempunten is gedefinieerd ten opzichte van de gemiddelde hoogte van het plaatselijk maaiveld. Deze gemiddelde hoogte wordt bepaald uit de doorsnede in het beschouwde sectorvlak als een (oppervlakte) gemiddelde over een aangegeven horizontale afstand. Zo geldt voor de bron de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied en voor een scherm de gemiddelde maaiveldhoogte binnen 5 m vanaf het equivalente scherm. In de figuren 3.1 en 3.2 is dit geïllustreerd.

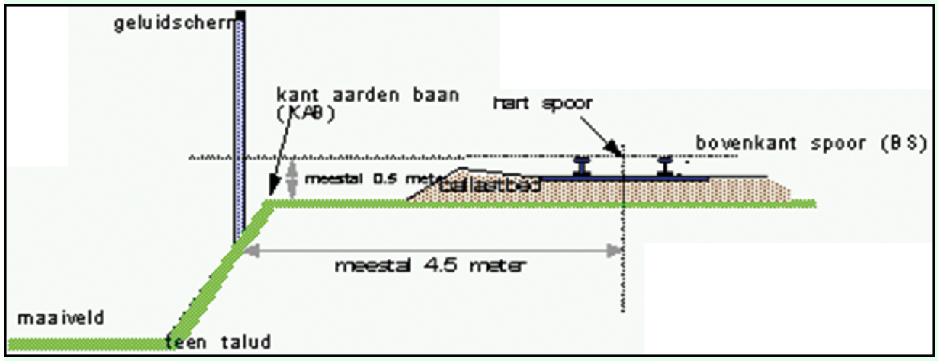


Figuur 3.1 Hoogten ten opzichte van gemiddeld plaatselijk maaiveld. Door de verhoogde baan ligt het gemiddelde maaiveld in het brongebied iets boven het maaiveld naast het talud.



Figuur 3.2 Scherm op een verhoogde baan; het gemiddelde maaiveld links is wat lager dan de bovenzijde en rechts wat hoger dan naast het talud. De situatie rechts is bepalend voor h_T.

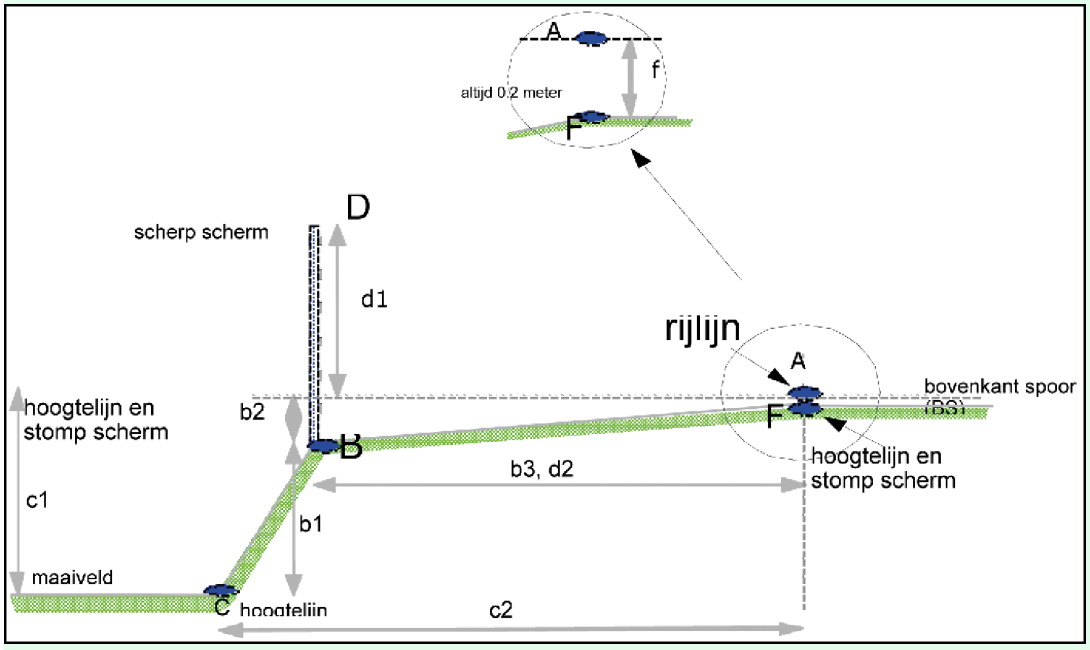
3.3.4. Standaard talud



Figuur 3.3 Dwarsdoorsnede van een standaard talud.

Figuur 3.3 geeft een dwarsdoorsnede van een deel van een spoortalud in werkelijkheid weer. In figuur 3.4 is de modellering ervan weergegeven. Bij het modelleren gelden de volgende regels:

- centraal in de modellering staat de bronlijn; voor elk spoor wordt een bronlijn midden tussen de spoorstaven in gemodelleerd (de afstand tussen de twee spoorstaven bedraagt 1,42 m);
- elke bronlijn (A) wordt op de hoogte van de werkelijke bovenkant van het spoor (BS) gemodelleerd;
- op 0,2 m recht onder elke bronlijn wordt een hoogtelijn en een daaraan gekoppeld een stomp scherm C_p=2 dB (F) gemodelleerd (het absorberende ballastbed ligt op 0,2 m onder BS);
- de kant aarden baan (KAB) wordt als hoogtelijn met daaraan gekoppeld een stomp geluidsscherm (B) op werkelijke hoogte ten opzichte van BS (b1) en van maaiveld (b2) en op 4,5 m (b3) naast de naastliggende bronlijn gemodelleerd; alleen als de werkelijke afstand tussen het hart van het spoor en de KAB meer dan 1 m verschilt van de hiervoor genoemde 4,5 m wordt voor b3 de deze werkelijke afstand gemodelleerd (meestal zal de afwijking echter minder dan 1 m bedragen en meestal zal de KAB op 0,5 m onder BS liggen);
- een eventueel aanwezig geluidsscherm op de rand van het talud wordt gemodelleerd als (scherp) scherm (*D*) op werkelijke hoogte ten opzichte van BS (*d*1) en op werkelijke afstand van het hart van het spoor (*d*2); (geluidsschermen zijn meestal op 4,5 of 4,75 m uit het hart van het spoor geplaatst);
- de teen van het talud wordt als hoogtelijn (C) op de hoogte van het werkelijke maaiveld ten opzichte van BS (*c*1) en op de werkelijke afstand van het hart van het spoor (*c*2) gemodelleerd;
- kies voor de helling van het talud een verhouding 1:1,5. De kant aarden baan is de lijn waar het vlakke deel van het talud overgaat in een helling; deze ligt per definitie op 4,5 m van de naastliggende bronlijn;
- de kant aarden baan is een stomp, absorberend scherm (C_p = 2 dB);
- bij een ballastbed is het bodemvlak voor het gehele horizontale deel van het talud absorberend (*B*=1), tenzij de daadwerkelijk harde delen van dit gebied breder zijn dan 1 m.



Figuur 3.4 Modellering van de dwarsdoorsnede van een standaard talud.

Als de werkelijke horizontale afstanden van het talud (andere taludbreedte, andere helling) meer dan 0,5 m afwijken van dit standaard talud, hanteer dan op overeenstemmende wijze de werkelijke afstanden.

3.3.5. Overwegen

Modelleer het deel van de spoorweg waarin zich een overweg bevindt met de betrokken bovenbouwconstructie en een hard bodemgebied.

3.3.6. Tunnelbakken

Modelleer de hoogte van de wanden van open tunnelbakken, de lokale maaiveldhoogte en de afstanden in overeenstemming met de werkelijkheid en de bodem van de tunnelbak 0,2 m onder de bovenkant van het spoor (BS). Modelleer de wanden als absorberende schermen met een scherpe tophoek (C_D = 0 dB). De bovenbouwcorrectie volgt uit de toegepaste bovenbouwconstructie.

Bij een open tunnelbak met geluidsabsorberende wanden (zie paragraaf 3.3.10) bevinden de bronlijnen zich op de voorgeschreven hoogten ten opzichte van BS.

Bij een open tunnelbak zonder geluidsabsorberend beklede wanden worden de bronlijnen die lager liggen dan de bovenrand van de tunnelbak op de hoogte van die rand gemodelleerd of zoveel lager als de hoogte van het dak van het spoorvoertuig. Dit betekent in de praktijk een maximale verhoging met 4,0 m.

Over het traject van de tunnel zelf worden geen bronlijnen gemodelleerd.

3.3.7. Geluidsschermen en afschermende objecten

Om als afschermend object te worden aangemerkt moet het object:
- voldoende geluidsisolatie hebben, dat wil zeggen dat de isolatie 10 dB hoger is dan de afschermende werking (een massa van 40 kg/m^2 is in ieder geval voldoende) en er bevinden zich geen grote kieren en openingen in het object;
- een zichthoek hebben die ten minste gelijk is aan de openingshoek van de beschouwde sector.

Geluidsschermen nabij het spoor zijn aan de spoorzijde bij voorkeur geluidsabsorberend uitgevoerd. In paragraaf 3.3.10 is beschreven wanneer een scherm als geluidsabsorberend kan worden aangemerkt.

Voor berekening van de effecten van geluidsschermen wordt bij de modellering met de octaafbandrekenmethode altijd uitgegaan van een 100% absorberend scherm. Reflecterende of deels reflecterende geluidsschermen nabij het spoor worden ook als geluidsabsorberende schermen gemodelleerd met een nader bepaalde effectieve hoogte. De te modelleren effectieve hoogte van het scherm boven de bovenkant van het spoor (BS) wordt als volgt bepaald:

$$h_{s,eff} = h_s \qquad (3.2)$$

of:

$$h_{s,eff} = h_s\,(1 + \alpha)/2 \qquad (3.3)$$

Hierin is:
$h_{s,eff}$: effectieve schermhoogte ten opzichte van BS t.b.v. de modellering;
h_s: werkelijke hoogte van het geluidsscherm ten opzichte van BS;
α: fractie van het scherm dat geluidsabsorberend is uitgevoerd.

Formule 3.2 is toepasbaar voor:
- geheel absorberende schermen;
- (deels) reflecterende rechte schermen die hellend naar de baan toe zijn geplaatst onder een hoek van ten minste 15° bij het spoor op ballastbed. Als het spoor niet op een ballastbed is uitgevoerd, wordt in het overdrachtsgebied tussen de bron en het scherm een zelfde hoeveelheid geluidsabsorptie bewerkstelligd als bij een spoor op een ballastbed optreedt. Voorwaarde hierbij is dat aan de overzijde van het spoor geen reflecterend scherm is geplaatst.

Formule 3.3 is toepasbaar voor:
- alle overige situaties met geheel of gedeeltelijk geluidsreflecterende schermen. Deze benadering is conservatief.

De feitelijke schermwerking is waarschijnlijk geringer dan zou worden berekend voor schermen die hoger zijn dan 4,0 m ten opzichte van BS. Voor deze schermen wordt een nader onderzoek verricht.

Voor de berekening van de effecten van geluidsschermen op kortere afstand dan 2,5 m uit het hart van het spoor, wordt bij de modellering altijd uitgegaan van een afstand van 2,5 m.

Een scherm wordt altijd gemodelleerd alsof het recht is en verticaal staat, ook als het in werkelijkheid bijvoorbeeld gekromd is uitgevoerd, of scheef wordt geplaatst. De bovenkant van het geluidsscherm in het model wordt gelegd op de positie van de diffractierand van het werkelijke scherm. Vervolgens wordt de bovenbeschreven methode toegepast voor het bepalen van de effectieve schermhoogte.

3.3.8. Perrons

De perronhoogte bij het hoofdspoor is 0,8 m boven bovenkant van het spoor (BS). Modelleer perrons met twee absorberende stompe schermen ter plaatse van de randen van het perron, waarbij de rand nabij het spoor zich op 2,0 m afstand uit het hart van het spoor bevindt. Voor het scherm nabij het spoor wordt de bodem onder het spoor (-0,2 m BS) als plaatselijke maaiveldhoogte gehanteerd. De toe te passen profielafhankelijke correctieterm C_p voor elk van de schermen is afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van een geluidsabsorberende bekleding (zie tabellen 3.4 en 3.3.10). Perrons die aan beide zijden open zijn (dat wil zeggen: geen zijwanden aan spoorzijde en buitenzijde) worden niet als scherm gemodelleerd. Perrons die alleen aan de spoorzijde open zijn, kunnen als geluidsabsorberend worden aangemerkt.
Perrons voor treinen met een lage instap (bijvoorbeeld lage-vloertrams) worden met de werkelijke hoogte gemodelleerd.

3.3.9. Kunstwerken

Modelleer de hoogten en afstanden bij kunstwerken in overeenstemming met de werkelijkheid. Kies het type bovenbouwconstructie in overeenstemming met paragraaf 2.5.
Bij ontbreken van absorptie op het kunstwerk wordt het gehele brugdek als hard bodemgebied gemodelleerd. Bij spoor op ballast bed of een volgestort spoor met ten minste 15 cm ballast wordt het gehele brugdek als absorberend bodemgebied gemodelleerd, tenzij harde delen van het brugdek breder zijn dan 1 m. Dan worden die delen als hard bodemgebied gemodelleerd. Bij stalen bruggen wordt het brugdeel als absorberend bodemgebied gemodelleerd.

Modelleer bij plaatbruggen, TT-liggerbruggen en kokerliggerbruggen de rand van de brug als absorberend stomp scherm (zie tabel 3.4 en paragraaf 3.3.10).

Modelleer bij trogliggerbruggen en bij een M-baanconstructie de rand met twee absorberende stompe schermen ter plaatse van de beide zijden van de rand. Voor het scherm nabij het spoor wordt de bodem onder het spoor (-0,2 m BS) als plaatselijke maaiveldhoogte gehanteerd. De toe te passen profielafhankelijke correctieterm C_p voor elk van de schermen is afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van geluidsabsorberende bekleding (zie tabel 3.4 en paragraaf 3.3.10).

Bij betonnen kunstwerken kunnen schermen op het kunstwerk tot een hoogte van 2,0 m boven de bovenkant van het spoor (BS) in overeenstemming met de uitvoering van die schermen worden gemodelleerd.

Bij hogere schermen kan de directe geluidsafstraling van het kunstwerk een dusdanige bijdrage gaan leveren dat berekeningen niet zonder meer mogelijk zijn en een nader akoestisch onderzoek nodig is.

Bij stalen bruggen met schermen kan het effect van de schermen niet worden berekend, maar wordt de brugtoeslag bepaald voor de brug met scherm.

3.3.10. Geluidsabsorberende uitvoering

Bekleding of uitvoering van objecten als schermen, perrons en tunnelwanden is als geluidsabsorberend te beschouwen als de spoorspecifieke absorptie groter is dan of gelijk is aan 5 dB. Zie voor de bepaling van deze absorptie paragraaf 3.7.

3.3.11. Reflecties

Als zich binnen een sector objecten met een verticaal, hard oppervlak bevinden, die voldoen aan de hieronder gestelde voorwaarden, dan wordt het L_{Aeq} ook bepaald door het geluid dat via reflecties het waarneempunt bereikt. De bijdrage van deze reflecties aan het L_{Aeq} wordt in rekening gebracht door het sectordeel dat zich, gezien vanuit het waarneempunt, achter dat reflecterend oppervlak bevindt, te vervangen door zijn spiegelbeeld ten opzichte van het reflecterend oppervlak. Als het reflecterend oppervlak niet verticaal is, dan wordt:

– voor de bodemdemping (paragraaf 2.8) de spiegeling in het horizontale vlak uitgevoerd; de hoogtes van bronpunt en spiegelbronpunt zijn dus gelijk; en
– voor het bepalen van de schermwerking van objecten voor een overdrachtspad met een reflectie (paragraaf 2.10), wordt de spiegeling in drie dimensies uitgevoerd; de hoogten van bronpunt en spiegelbronpunt zijn dus niet noodzakelijkerwijs gelijk. De hoogte van de spiegelbron wordt bepaald door een volledige 3D-analyse van de reflectie.

Om als reflecterend oppervlak te worden aangemerkt:
– doorsnijdt het vlak, of een aaneengesloten samenstel van vlakken, de gehele sectorhoek;
– heeft het vlak een absorptiecoëfficiënt < 0,8; en
– staat het vlak op zodanige afstand van het spoor dat afscherming en reflectie van de passerende spoorvoertuigen kunnen worden verwaarloosd.

Als het reflecterend oppervlak uit een samenstel van vlakken bestaat wordt het vlak dat wordt doorsneden gebruikt voor de spiegeling van het bronpunt. Als het sectorvlak een object of samenstel van objecten precies op de grens tussen twee vlakken/objecten doorsnijdt, wordt het bronpunt gespiegeld in het vlak dat het meest haaks staat op het sectorvlak.

Nader onderzoek naar de invloed van reflecties op het L_{Aeq} is vereist als:
– het reflecterend oppervlak oneffenheden bevat waarvan de afmetingen van dezelfde orde van grootte zijn als de afstand van het vlak tot het waarneempunt of de afstand van het vlak tot het bronpunt.

Bij de berekeningen wordt standaard uitgegaan van één reflectie. Bij berekeningen met meervoudige reflecties wordt de spiegeling herhaald toegepast.

3.4. De geometrische uitbreidingsterm ΔL_{GU}

Voor de berekening van de geometrische uitbreidingsterm zijn de volgende gegevens nodig:

r: de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn (m);
Θ : de hoek die het sectorvlak maakt met het bronlijnsegment (in graden);
Φ: de openingshoek van de sector (in graden).

Voor bronnen met een afmeting groter dan een sectorhoek worden de hoeken Θ en Φ bepaald op basis van het vlak gevormd door het waarneempunt en de snijpunten van de sectorgrensvlakken met de bron. Als het eindpunt van een bron binnen een sector valt, wordt het eindpunt van de bron genomen als snijpunt om de hoek Φ te bepalen. Als een bronlijnsegment doorloopt tot de volgende sectorhoek, maar daar niet dat volgende sectorvlak doorsnijdt, wordt het eindpunt van dat segment genomen om de hoeken Φ te bepalen. Bronnen (met een afmeting groter dan een sectorhoek) hebben geen bijdrage in een sectorhoek als er geen snijpunt is tussen sectorvlak en bron.

Voor bronnen met een afmeting kleiner dan een sectorhoek wordt de bijdrage van die bron berekend door uit te gaan van het midden van die bron voor de bepaling van het sectorvlak. Het begin- en eindpunt van de bron wordt gebruikt voor de bepaling van de hoek Φ.

De berekening van ΔL_{GU} verloopt als volgt:
voor een dipooluitbreiding:

$$\Delta L_{GU} = 10 \lg \left(\frac{\Phi}{r \sin \Theta} \cdot \sin \Theta^2 \right) \qquad (3.4a)$$

voor een monopooluitbreiding:

$$\Delta L_{GU} = 10 \lg \left(\frac{\Phi}{r \sin \Theta} \right) \qquad (3.4b)$$

De dipooluitbreiding wordt gebruikt voor de uitbreiding van het rolgeluid, terwijl in specifieke gevallen, zoals bij de uitbreiding van het kunstwerkaandeel van een brug, de monopooluitbreiding wordt gebruikt. Zie paragraaf 4.2.

Als de hoek Θ een waarde aanneemt die gelijk is aan 0, is nader onderzoek vereist ter bepaling van ΔL_{GU}.

3.5. De overdrachtsverzwakking ΔL_{OD}

De overdrachtsverzwakking ΔL_{OD} is samengesteld uit de volgende termen:

$$\Delta L_{OD} = D_L + D_B + C_M \quad (3.5)$$

waarin D_L de verzwakking door absorptie in de lucht voorstelt, D_B de verzwakking ten gevolge van de bodeminvloed en C_M de meteocorrectieterm van de te beschouwen periode ($C_M=C_d$ voor de dagperiode, $C_M=C_{en}$ voor de avond- en nachtperiode):

3.5.1. De luchtdemping D_L

Voor de berekening van D_L is het volgende gegeven nodig:
r: de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn (m).
De berekening verloopt als volgt:

$$D_L = r\delta_{lucht} \quad (3.6)$$

waarbij δ_{lucht} de luchtdempingscoëfficiënt is. De waarde van δ_{lucht} wordt gegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 De luchtdempingscoëfficiënt δ_{lucht} als functie van de octaafbandindex (i)

Octaafbandindex	Octaafband middenfrequentie (Hz)	δ_{lucht} (dB/m)
1	63	0
2	125	0
3	250	0,001
4	500	0,002
5	1.000	0,004
6	2.000	0,010
7	4.000	0,023
8	8.000	0,058

3.5.2 De bodemdemping D_B

Bij de bepaling van de bodemdemping D_B wordt de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt (symbool r_o) verdeeld in drie afzonderlijke delen: een brongebied, een waarneemgebied en een middengebied.

Het brongebied heeft een lengte van 15 m, de lengte van het waarneemgebied bedraagt 70 m. Het resterende gedeelte van de afstand r_o tussen bron- en waarneempunt is het middengebied.

Als de afstand r_o kleiner is dan 85 m, is de lengte van het middengebied nihil.

Als de afstand r_o kleiner is dan 70 m, is de lengte van het waarneemgebied gelijk aan de afstand r_o.

Als de afstand r_o kleiner is dan 15 m, is de lengte van het brongebied en de lengte van het waarneemgebied elk gelijk aan de afstand r_o.

Voor elk van de drie gebieden wordt de (bodem)absorptiefractie vastgesteld.

De absorptiefractie is het quotiënt van de lengte van het betreffende gebied dat niet akoestisch hard is en de totale lengte van het betreffende gebied. Als de lengte van het middengebied nihil is, wordt de absorptiefractie op één gesteld.

Voor de berekening van de bodemdemping zijn de volgende gegevens nodig:

r_o: de horizontaal gemeten afstand tussen bron en waarneempunt [m];

h_b: de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m];
h_w: de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m];
B_b: de absorptiefractie van het brongebied;
B_m: de absorptiefractie van het middengebied;
B_w: de absorptiefractie van het waarneemgebied;
S_w: effectiviteit van de bodemdemping in het waarneemgebied;
S_b: effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied.

Als h_b kleiner is dan nul, wordt voor h_b de waarde nul aangehouden; hetzelfde geldt voor h_w. Als in de betrokken sector geen afscherming in rekening wordt gebracht, geldt dat S_w en S_b beide de waarde één aannemen. In geval van afscherming worden S_w en S_b berekend volgens de formules 3.11a en 3.11b in paragraaf 3.6.

De berekening verloopt volgens de formules 3.7a tot en met 3.7h als gegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2 De formules 3.7a tot en met 3.7h voor de bepaling van bodemdemping D_b als functie van de octaafbandindex (i)[1]

Octaafbandindex	Octaafband middenfrequentie [Hz]	Bodemdemping D_B [dB]
1	63	$-3\gamma_o(h_b+h_w,r_o) - 6$
2	125	$[S_b\gamma_2(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\,\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + [S_w\gamma_2(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
3	250	$[S_b\gamma_3(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\,\gamma_o(h_b+h_w,ro) + [S_w\gamma_3(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
4	500	$[S_b\gamma_4(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\,\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + [S_w\gamma_4(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
5	1.000	$[S_b\gamma_5(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\,\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + [S_w\gamma_5(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
6	2.000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$
7	4.000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$
8	8.000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$

[1] De cursief gedrukte symbolen vormen de waarden die voor de variabelen x en y moeten worden vervangen in de functie (x,y).

De functies γ zijn als volgt gedefinieerd:

$$\gamma_0(x,y) = 1 - 30\frac{x}{y} \qquad \text{voor } y \geq 30x \qquad (3.8a)$$

$\gamma_0(x,y) = 0$ voor $y < 30x$

$$\gamma_2(x,y) = 3{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}12(x-5)^2} + 5{,}7\left[1 - e^{-2{,}8\cdot10^{-6}y^2}\right]e^{-0{,}09x^2} \qquad (3.8b)$$

$$\gamma_3(x,y) = 8{,}6\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}09x^2} \qquad (3.8c)$$

$$\gamma_4(x,y) = 14{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}46x^2} \qquad (3.8d)$$

$$\gamma_5(x,y) = 5{,}0\left[1 - e^{-y/50}\right]e^{-0{,}90x^2} \qquad (3.8e)$$

Voor de variabelen *x* en *y* worden de waarden van de grootheden vervangen die tussen haakjes achter de gelijkluidende functies uit de formules 3.7a tot en met 3.7h zijn geplaatst (in cursief).

3.5.3 De meteocorrectieterm C_M

Voor de berekening van de meteocorrectieterm C_M zijn de volgende gegevens nodig:

r_o: de horizontaal gemeten afstand tussen (spiegel)bron en (spiegel)waarneempunt [m];
ζ: de hoek van de voortplantingsrichting (0° is van noord naar zuid, 90° is oost naar west, etcetera)
h_b: de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m]; en

h_w: de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m].

Als h_b en/of h_w kleiner is dan nul, wordt voor h_b respectievelijk h_w de waarde nul aangehouden. Op basis van bovenstaande gegevens wordt de meteocorrectie bepaald voor de dagperiode (C_d) of voor de avond- en nachtperiode (C_{en}) volgens de formules:

$$C_d = max\left\{(-10 \cdot lg(0{,}34 - 0{,}1 \cdot \sin(\zeta + 35) + 0{,}045 \cdot \sin^2(\zeta + 35)) - 0{,}67) \cdot \left(1 - 10 \cdot \frac{h_b + h_w}{r}\right); 0\right\} \quad (3.9a)$$

$$C_{en} = max\left\{(-10 \cdot lg(0{,}40 - 0{,}1 \cdot \sin(\zeta + 60) + 0{,}035 \cdot \sin^2(\zeta + 60)) - 0{,}67) \cdot \left(1 - 10 \cdot \frac{h_b + h_w}{r}\right); 0\right\} \quad (3.9b)$$

3.6. De schermwerking ΔL_{SW} met de termen S_w en S_b uit de bodemdempingsformules 3.7a tot en met 3.7h

Als zich binnen een sector objecten bevinden waarvan de zichthoek ten minste samenvalt met de openingshoek van de betrokken sector en waarvan daarnaast in redelijkheid is te verwachten dat die de geluidsoverdracht zullen belemmeren, wordt de schermwerking ΔL_{SW} samen met een verminderde bodemdemping (vervat in de termen S_w en S_b uit formule 3.7) in rekening gebracht.

De berekeningsformule van de afscherming van een willekeurig gevormd object bevat twee termen.

De eerste term beschrijft de afscherming van een equivalent ideaal scherm (een dun, verticaal vlak). De hoogte van het equivalente scherm is gelijk aan de grootste hoogte van het obstakel. De bovenrand van het equivalente scherm valt samen met de bovenrand van het object. Als op grond hiervan meerdere locaties van het equivalente scherm mogelijk zijn, wordt hieruit die locatie gekozen die maximale schermwerking tot gevolg heeft.

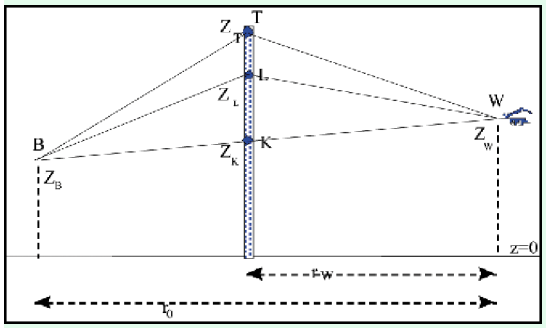
De tweede term is alleen van belang als het profiel, dat wil zeggen de doorsnede in het sectorvlak, van het afschermende object afwijkt van dat van het ideale scherm. De afscherming van het object is gelijk aan de afscherming van het equivalente scherm verminderd met een profielafhankelijke correctieterm C_p.

Als er meerdere afschermende objecten in een sector aanwezig zijn, wordt alleen het object in rekening gebracht dat, bij afwezigheid van de andere objecten, de grootste afscherming zou geven.

Voor de berekening van de afschermende effecten zijn de volgende gegevens nodig:

z_b: de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil (= horizontaal vlak, waarin z = 0) [m];
z_w: de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil [m];
z_T: de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil [m];
h_b: de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte van het brongebied [m];
h_w: de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m];
h_T: de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van de gemiddelde maaiveldhoogte binnen een strook van 5 m vanaf het scherm. Als de maaiveldhoogte aan beide zijden van de afscherming verschillend is: de grootste waarde van h_T [m];
r: de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn [m];
r_w: de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm [m];
r_o: de horizontaal gemeten afstand tussen waarneem- en bronpunt [m];
–: het profiel van het afschermend object.

Berekend wordt:
– de verminderde bodemdemping zoals verdisconteerd in de factoren S_w en S_b uit formules 3.7a tot en met 3.7h van paragraaf 3.5.2;
– de schermwerking ΔL_{SW}.



Figuur 3.5 Een sectorvlak met een ideaal scherm, waarop de punten K, T en L zijn aangegeven.

Voor de berekening wordt op het scherm een drietal punten gedefinieerd (zie figuur 3.5):

K: het snijpunt van het scherm met de zichtlijn (= rechte tussen bron- en waarneempunt);
L: het snijpunt van het scherm met een gekromde geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt;
T: de top van het scherm.

De gebroken lijn BLW is een schematisering van de gekromde geluidsstraal onder meewindcondities. Deze drie punten bevinden zich op de respectievelijke hoogten z_K, z_L en z_T boven het referentiepeil. Voor de afstand tussen de punten K en L geldt:

$$z_L - z_K = \frac{r_w(r_0 - r_w)}{26 r_0} \qquad (3.10)$$

Verder geldt:

r_L is de som van de lengtes van de lijnstukken BL en LW;
r_T is de som van de lengtes van de lijnstukken BT en TW.

De factoren S_w en S_b uit formules 3.7a tot en met 3.7f worden als volgt berekend:

$$S_w = 1 - \frac{r_0 - r_w}{r_0}\frac{3h_e}{3h_e + h_W + 1} \qquad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_w = 1 \qquad (3.11a)$$

$$S_b = 1 - \frac{r_w}{r_0}\frac{3h_e}{3h_e + h_b + 1} \qquad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_b = 1 \qquad (3.11b)$$

waarin h_e de effectieve schermhoogte is, gedefinieerd als:

$$h_e = z_T - z_L \qquad (3.12)$$

De schermwerking ΔL_{SW} wordt als volgt berekend:

$$\Delta L_{SW} = HF(N_f) - C_p \qquad (3.13)$$

waarin H de effectiviteit van het scherm is, $F(N_f)$ een functie met argument N_f (het fresnelgetal) en C_p de profielafhankelijke correctieterm. Als de schermwerking ΔL_{SW} op grond van formule 3.13 negatief wordt, wordt de waarde $\Delta L_{SW} = 0$ aangehouden.

H wordt als volgt bepaald:

$$H = 0{,}25 h_T 2^{(i-1)} \qquad (3.14)$$

i is hierin de octaafbandindex. De maximale waarde van H is 1.

De definitie van de functie F is gegeven in de formules 3.15a tot en met 3.15f uit tabel 3.3. De waarden van C_p volgen uit tabel 3.4.

Tabel 3.3 De definitie van de functie F met als variabele N_f voor vijf intervallen van N_f (formules 3.15a tot en met 3.15f)

Geldig in het interval van N_f		Definitie $F(N_f)$
van	tot	
- ∞	-0,314	0
-0,314	-0,0016	-3,682 -9,288 lg $\|N_f\|$ -4,482 lg^2 $\|N_f\|$ -1,170 lg^3 $\|N_f\|$ – 0,128 lg^4 $\|N_f\|$
-0,0016	+0,0016	5
+0,0016	+1,0	12,909 + 7,495 lg N_f +2,612 lg^2 N_f +0,073 lg^3 N_f -0,184 lg^4 N_f -0,032 lg^5 N_f
+1,0	+16,1845	12,909 + 10 lg N_f
+16,1845	+ ∞	25

Tabel 3.4 De profielafhankelijke correctieterm C_p. T is de tophoek van de dwarsdoorsnede van het object

C_p	Object (T = tophoek in graden)
0 dB	– dunne wanden waarvan de hoek met de verticaal ≤ 20° – grondlichaam met 0°≤ T ≤ 70° – alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte minder is dan tweemaal de hoogte van die wand of als de wand hoger is dan 3,5 m – alle gebouwen
2 dB	– rand van aarden baan in ophoging – grondlichaam met 70° ≤ T ≤ 165° – alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte meer bedraagt dan tweemaal de hoogte van die wand en de wand niet hoger is dan 3,5m – geluidsabsorberende[1]rand aan spoorzijde van perron – rand aan niet-spoorzijde van perron – rand van baan op een viaduct of brug, anders dan trogliggerbrug of M-baan – geluidsabsorberende[1] rand aan spoorzijde van trogliggerbrug – rand aan niet-spoorzijde van trogliggerbrug – geluidsabsorberende[1] rand aan spoorzijde van M-baan – rand aan niet-spoorwegzijde van M-baan
5 dB	– rand (niet geluidsabsorberend[1]) aan spoorzijde van perron – rand (niet geluidsabsorberend[1]) aan spoorzijde van trogliggerbrug – rand (niet geluidsabsorberend[1]) aan spoorzijde van M-baan

[1] Zie paragraaf 3.3.10.

N_f wordt als volgt bepaald:

$$N_f = 0{,}37\varepsilon 2^{(i-1)} \qquad (3.16)$$

met ε de 'akoestische omweg', die wordt gedefinieerd als:

$$\varepsilon = r_T - r_L \quad \text{voor } z_T \geq z_K \qquad (3.17a)$$

$$\varepsilon = 2r - r_T - r_L \quad \text{voor } z_T < z_K \qquad (3.17b)$$

In de gevallen waarin het profiel van het afschermend object niet overeenkomt met een van de in tabel 3.4 genoemde profielen, wordt een nader onderzoek naar de schermwerking van dat object verricht.

Als de spoorspecifieke geluidisolatie van de afscherming minder dan 10 dB groter is dan de berekende schermwerking ΔL_{SW} is nader onderzoek vereist naar de totale geluidsreducerende werking van de afscherming.

3.7. Bepaling spoorspecifieke absorptie

De absorptiecoëfficiënten worden bepaald overeenkomstig NEN-EN-ISO 354. De bepaalde absorptiecoëfficiënten in tertsbanden worden **gewogen** gemiddeld, waarbij een gemiddeld A-gewogen tertsbandspectrum van de spoorverkeersspectra als weging wordt gebruikt, zie tabel 3.5.

Tabel 3.5 A-gewogen en op 0 dB genormeerd spectrum voor spoorverkeergeluid voor de berekening van een ééngetalswaarde in dB voor de spoorspecifieke absorptie en spoorspecifieke geluidisolatie van geluidsschermen.

	Spoorverkeer	
Terts	Spectrum (dB)	Spectrum (dB)
100 125 160	-16,2	-24,0 -21,0 -19,2
200 250 315	-10,0	-17,0 -15,0 -13,2
400 500 630	-6,1	-11,7 -10,8 -10,4
800 1.000 1.250	-4,9	-10,0 -9,7 -9,4
1.600 2.000 2.500	-5,0	-9,4 -9,4 -10,6
3.150 4.000 5.000	-15,0	-17,1 -21,0 -24,0

De spoorspecifieke absorptie $DL_{\alpha,rail}$ wordt bepaald volgens:

$$DL_{\alpha,rail} = -10\lg\left|1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{si} 10^{0,1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}}\right| \qquad (3.18a)$$

waarbij de ratio van de sommen niet meer dan 0,99 is.

$DL_{\alpha,rail}$ wordt afgerond op gehele dB's en heeft een maximale waarde van 20 dB. Het eisen van een spoorspecifieke absorptie met een waarde hoger dan 10 dB zal in het algemeen niet zinvol zijn.

3.8. Bepaling spoorspecifieke geluidisolatie

De geluidisolatie wordt bepaald in overeenstemming met NEN-EN ISO 140-3. De bepaalde geluidisolatie *R* in tertsbanden worden gewogen gemiddeld, waarbij een gemiddeld A-gewogen tertsbandspectrum van spoorverkeersgeluid als weging wordt gebruikt. Zie tabel 3.5. Bij de meting wordt het gehele scherm met steunconstructies betrokken.

De spoorspecifieke geluidisolatie $DL_{R,rail}$ wordt bepaald volgens:

$$DL_{R,rail} = -10\lg\left|\frac{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i} 10^{-0,1R_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}}\right| \qquad (3.18a)$$

$DL_{R,rail}$ wordt afgerond op gehele dB's.

Bij schermen met een hoogte van 2 m boven BS bedraagt de spoorverkeerspecifieke geluidisolatie ten minste 25 dB, bij 4 m hoge schermen is dat 30 dB.

3.9. De niveaureductie ten gevolge van reflecties ΔL_R

De niveaureductie die optreedt bij reflecties wordt berekend volgens de formule:

$\Delta L_R = \Delta L_{R,abs} + \Delta L_F$.

Hierin is:
– $\Delta L_{R,abs}$ de niveaureductie als gevolg van absorptie bij de reflecties;
– ΔL_F de niveaureductie als gevolg van de eindige afmetingen van de reflecterende vlakken.

Berekening van $\Delta L_{R,abs}$

Voor de berekening van de niveaureductie door de absorptie die optreedt bij reflecties zijn de volgende gegevens nodig:

N_{ref}: het aantal reflecties (zie ook paragraaf 5.3) tussen bron en waarneempunt [-]
-: type reflecterend object.

De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_{R,abs} = N_{ref}\delta_{ref} \qquad (3.19)$$

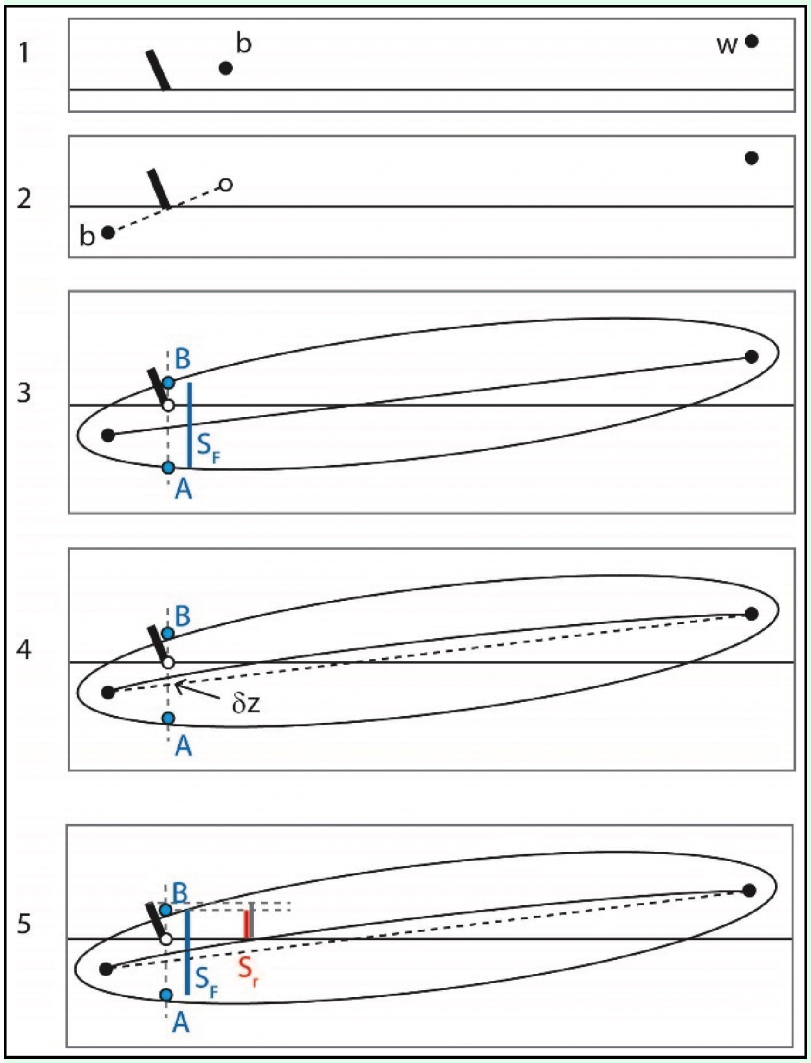
waarin δ_{ref} de niveaureductie door één reflectie is. Voor gebouwen geldt voor alle octaafbanden δ_{ref} = -10 lg 0,8. Voor alle andere objecten is δ_{ref} = 1 voor alle octaafbanden, tenzij het object aantoonbaar geluidsabsorberend is uitgevoerd. In dat geval geldt per octaafband δ_{ref} = -10 lg (1 – α), waarin α de geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object is in de betrokken octaafband. N_{ref} kan ten hoogste de waarde 1 aannemen.

Berekening van ΔL_F

De berekening van ΔL_F wordt beschreven voor een enkele reflectie. Bij meer dan een reflectie moeten de niveaureducties voor de afzonderlijke reflecties bij elkaar worden opgeteld, waarbij steeds wordt uitgegaan van het geluidpad van de spiegelbron uit de voorgaande reflectie naar de waarnemer.
De niveaureductie ΔL_F wordt berekend met de volgende formule:
$\Delta L_F = -20 \lg (S_r / S_F)$.

Hierin is:
– S_F een maat voor de verticale afmeting van de Fresnelellipsoide ter plaatse van (de voet van) het reflecterende oppervlak;
– S_r een maat voor het gedeelte van S_F dat ligt tussen de voet en de top van het reflecterende oppervlak.

De berekening van S_F en S_r bestaat uit vijf stappen, die zijn geïllustreerd in figuur 3.6.



Figuur 3.6. Illustratie van vijf stappen (1-5) voor de berekening van S_F en S_r, voor reflectie aan een hellend oppervlak.

Stap 1. De posities van de bron (b), waarnemer (w) en het reflecterende oppervlak (in het verticale sectorvlak) vormen het uitgangspunt van de berekening.
Stap 2. De bron wordt vervangen door de spiegelbron (b), door geometrische spiegeling in het reflecterende vlak.
Stap 3. Punten A en B op de Fresnelellipsoide worden bepaald, op een loodrechte lijn ter plaatse van de voet van het scherm. Voor punten p op de Fresnelellipsoide geldt $|bp|+|pw|-|bw|=\lambda/8$, waarin $\lambda=340/f_i$ de golflengte is bij de middenfrequentie f_i van een octaafband. De waarde van S_F is gelijk aan $|AB|$.
Stap 4. Punten A en B worden omhoog verschoven over afstand $\delta z = r_b r_w/[26(r_b+r_w)]$ door de invloed van straalkromming. Hierin zijn r_b en r_w de horizontale afstanden tussen b respectievelijk w en de voet van het scherm.
Stap 5. De afmeting S_r wordt berekend als de hoogte van het gedeelte van het verticale lijnstuk tussen A en B dat ligt tussen top en voet van het reflecterende oppervlak.

De waarden van S_F en S_r worden aldus berekend voor alle acht octaafbanden, van 63 Hz (i=1) tot en met 8 kHz (i=8). Op het resulterende spectrum $\Delta L_F(f_i)$ wordt een correctie toegepast. Beginnend bij 63 Hz (i=1) wordt bij toenemende frequentie een bovengrens van 3 dB per octaafband opgelegd op het verschil $\Delta L_F(f_{i+1}) - \Delta L_F(f_i)$. Dus voor successievelijk i = 1, …, 8 wordt $\Delta L_F(f_{i+1})$ vervangen door de kleinste van de volgende waarden:

- $\Delta L_F(f_{i+1})$;
- $\Delta_{LF}(f_i) + 3$.

Als geldt $\Delta LF(f_1) = \infty$, dan worden alle waarden $\Delta L_F(f_i)$ gelijkgesteld aan ∞. De reflectie kan dan worden verwaarloosd.

3.10. Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidniveau

Het A gewogen equivalente geluidsniveau in octaafbandindex *i*, symbool $L_{eq,i}$, wordt gegeven door:

$$L_{eq,i} = 10 \lg \sum_{j=1}^{J} \sum_{n=1}^{N} 10^{\frac{\Delta L_{eq,i,j,n}}{10}} \qquad (3.20)$$

waarin de betekenis van de grootheden en de uitwerking ervan analoog zijn aan die van formule 3.1a.

4. Meetmethoden

4.1 Standaardmeetmethode

Voor het bepalen van de geluidbelasting met behulp van metingen wordt de aanpak voor L_{den}-metingen gevolgd van de norm NEN-ISO 1996-2:2017, hierna te noemen 'de norm'. Voor de metingen kunnen drie soorten situaties worden onderscheiden:

1. Een situatie die *binnen* het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. Dat wil zeggen dat de situatie berekend kan worden met de formules uit de standaardrekenmethode. In dat geval kan een gemeten L_{den} worden gebruikt om de geluidbelasting te valideren die met de standaardrekenmethode voor de betrokken locatie wordt vastgesteld. Een gemeten L_{den} kan daarmee inzicht bieden in de kwaliteit en betrouwbaarheid van de rekenmethode, mits de metingen ook zelf van voldoende kwaliteit zijn en mits de totale meetonzekerheid correct is bepaald en op navolgbare wijze gerapporteerd. Een gemeten L_{den} kan in deze situatie geen zelfstandige juridische status hebben als 'geluidbelasting' die wordt getoetst aan geluidnormen.
2. Een situatie die *gedeeltelijk binnen en gedeeltelijk buiten* het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. In dat geval kan het nuttig zijn om metingen uit te voeren ter verbetering van de rekenmethode of om de meetresultaten te gebruiken om rekenresultaten mee te corrigeren. De gehanteerde methode moet worden onderbouwd en moet geschikt zijn voor de specifieke situatie.
3. Een situatie die volledig buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt. In dat geval kan het noodzakelijk zijn om de geluidbelasting vast te stellen op basis van metingen.

Naast metingen kunnen, met inachtneming van de onder 1, 2 en 3 genoemde criteria, ook alternatieve reken- of meetmethoden worden gebruikt, als een situatie geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode valt.

Onder zekere voorwaarden kan van de voorgeschreven werkwijze uit de norm worden afgeweken en kan een eenvoudige methode worden gebruikt. Deze eenvoudige methode is alleen toegestaan voor metingen als bedoeld bij punt 1.
Voor situaties (gedeeltelijk) buiten het toepassingsgebied (punt 2 en 3) is een vereenvoudiging niet aan de orde, omdat dit bijzondere situaties zijn waarvoor per geval naar de meest geschikte mogelijkheden wordt gekeken om een representatieve geluidbelasting te bepalen. Daarbij worden de uitgangspunten van paragraaf 4.1.3 gehanteerd.

4.1.1 Voorwaarden eenvoudige meetmethode

Voor de meetafstand en meethoogte wordt uitgegaan van een afstand die de invloed van de meteocondities en bodemreflecties op de meetonzekerheid zo klein mogelijk maakt. De locatie moet zo worden gekozen dat er geen beïnvloeding is van andere of kruisende (spoor)wegen of gevelreflecties.

Om volgens de eenvoudige meetmethode een L_{den} te bepalen, moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

A. Voor de meetafstand *D* tot de spoorweg geldt: $D \leq 20\ (h_s + h_r)$, waarbij h_s de bronhoogte is (*source*) en h_r de meethoogte (*receiver*). De bronhoogte is de hoogte van het spoor boven maaiveld, vermeerderd met 0,25 m. Voor de meethoogte geldt: $h_r \geq 4$ m.
B. Het gaat om één afzonderlijke spoorweg, met een of meer sporen.
C. Er zijn geen reflecterende objecten binnen een afstand 2*D* tot de microfoon.
D. De meetgegevens (verstoorde uren niet meegeteld) hebben betrekking op:
   - ten minste 720 daguren, 240 avonduren en 480 nachturen;
   - vallend binnen één dienstregelingsjaar;

- met een gelijke verdeling over de weekdagen (elke weekdag heeft tussen 12% en 17% van het totaal aantal uren);
- waarbij de optreedfrequentie voor de vier meteoklassen ten minste de helft bedraagt van de langtijdgemiddelde optreedfrequentie (zie tabel 4.3);
- waarbij de temperatuur *T* gemiddeld over de gehele meetperiode tussen 5 en 15°C ligt; en
- de relatieve luchtvochtigheid *RH* gemiddeld over de gehele meetperiode tussen 70 en 90% ligt.

E. Voor de meetapparatuur geldt: IEC-klasse 2 is toegelaten, mits het bronspectrum naar verwachting breedbandig is (geen tonaal geluid, geen excessief laag- of hoogfrequent geluid, bij twijfel wordt IEC klasse 1 gebruikt; windbol is vereist; meting van ten minste 1 L_{eq}-waarde per seconde (A-gewogen equivalente geluidniveau), of 1 L_E-waarde per event (A-gewogen geluidexpositieniveau). IJking vindt plaats vooraf, achteraf en tussendoor ten minste eens per drie maanden. Verschillen tussen de ijkingen zijn niet groter dan 0,5 dB voor IEC-klasse 1 en 1,5 dB voor IEC-klasse 2 geluidmeters. Als grotere verschillen optreden, worden die in de meetonzekerheid verdisconteerd.

Als aan de criteria onder D niet wordt voldaan, moet de meetperiode worden verlengd.
De metingen worden uitgevoerd volgens de werkwijze van paragraaf 4.1.2.

4.1.2 Werkwijze eenvoudige meetmethode

Residueel geluid

De microfoon wordt met zijn gevoeligste richting omhoog georiënteerd. De meetpositie, de omgeving, de meetperiode en apparatuur moeten voldoen aan de voorwaarden uit paragraaf 4.1.1.
Meetwaarden (L_{eq} per seconde of L_E per event) waarbij kortstondig, dat wil zeggen enkele seconden of minuten, verstoring plaatsvindt door residueel geluid, worden buiten de bepaling van de uurgemiddelden gehouden. Herkenning van verstorende geluiden kan gebeuren op basis van spectrale of temporele kenmerken (fluitende vogels, vliegtuigen, sirenetest luchtalarm, tikkende vlaggenmasten, vuurwerk, en dergelijke).
De overige meetwaarden worden verwerkt tot uurwaarden, dat wil zeggen uurgemiddelde A-gewogen ruwe waarden *L'* en uurgemiddelde waarden voor residueel geluid *U*. Voor het niveau van het residuele geluid kan de L_{90} of L_{95} worden gebruikt.

Markeren en stratificeren

Uurwaarden worden als verstoord beschouwd en buiten beschouwing gelaten als een of meer van onderstaande situaties zich voordoen:
- overmatig residueel geluid, dat wil zeggen uurwaarden met $L' - L_{res} < 5$ dB;
- regen (>1,0 mm neerslag per uur);
- verstoring door windgeruis (direct of indirect zoals door het ritselen van bladeren);
- niet-representatieve geluidoverdracht (sneeuwdek, dichte mist, extreem lage of hoge temperaturen).

Als richtlijn voor verstoring door windgeruis op de microfoon met een 90 mm windbol gelden de volgende toegestane windsnelheden W_{max}.

Tabel 4.1 Toegestane windsnelheid op microfoonhoogte (richtwaarden)

Passageniveau ($L_{A,max}$) groter dan	[dB(A)]	40	50	60	70
W_{max}	[m/s]	4	6	8	11

Uren tijdens welke een hogere uurgemiddelde windsnelheid dan W_{max} aanwezig is, worden als verstoord beschouwd. Om W_{max} uit de tabel af te kunnen lezen moet het (gemiddelde) passageniveau ($L_{A,max}$) voor de microfoonpositie op de meetlocatie bekend zijn. Als dat passageniveau niet uit de meetgegevens zelf kan worden afgeleid, kan het geschat worden, bijvoorbeeld met behulp van vergelijkbare metingen van elders of met berekeningen op basis van een geschikt rekenmodel

De volgende meteogegevens zijn van belang: windrichting, windsnelheid, neerslag, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Deze worden bij voorkeur van een eigen meetstation op de meetlocatie betrokken. Als geen eigen neerslagwaarden beschikbaar zijn, worden registraties van de KNMI-neerslagradars gebruikt. Als ook die niet beschikbaar zijn, worden uurgegevens van de twee of drie meest nabije KNMI-weerstations of gelijkwaardig gebruikt, waarbij voor elk uur het maximale

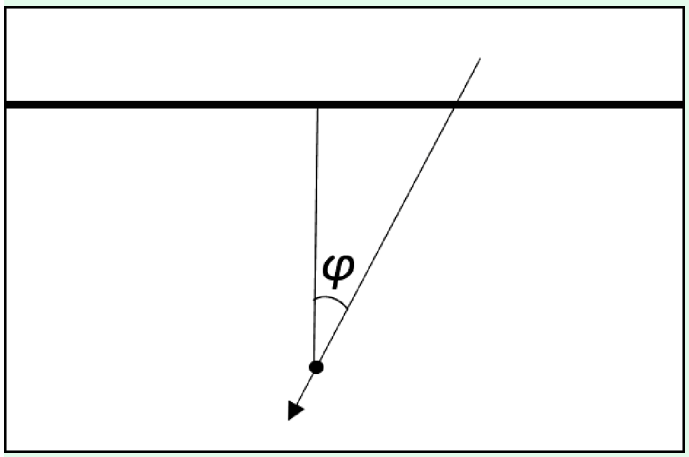
neerslagniveau (mm) van die weerstations wordt gebruikt, als *worst-case* benadering voor de geluidmeetlocatie.
De uurwaarden voor L' en L_{res} die worden meegenomen in de analyse worden op de volgende wijze gecorrigeerd voor het aandeel residueel geluid:

$$L = L' + 10\lg(1 - 10^{\frac{L_{res}-L'}{10}}) \quad (4.1)$$

Meteostratificatie

Op basis van de meewindcomponent V_{mee} van de windsnelheid V_{wind}, gemeten op 10 m hoogte, moet per uur worden bepaald van welke meteoklasse M1 tot en met M4 sprake is. Als φ de hoek is tussen de windrichting en de dominante voortplantingsrichting vanuit de geluidbron (dat is meestal de kortste verbindingslijn tussen de spoorweg en de meetpositie), wordt deze component gegeven door:

$$V_{mee} = V_{wind} \cos(\varphi) \quad (4.2)$$



Figuur 4.1 Bepalen van de hoek φ.

De meteoklassen hangen af van de meteorologische dag en nacht, en van de meewindcomponent zoals in tabel 4.2 aangegeven.

Tabel 4.2 Meteoklassen eenvoudige methode

Meteoklasse	Omschrijving	Overdag	's Nachts
M1	ongunstig	$V_{mee} < 1$ m/s	$V_{mee} < -1$ m/s
M2	homogeen	1 m/s ≤ V_{mee} < 3 m/s	n.v.t.
M3	gunstig	3 m/s ≤ V_{mee} ≤ 6 m/s	n.v.t.
M4	zeer gunstig	$V_{mee} > 6$ m/s	$V_{mee} \geq -1$ m/s

De mate waarin deze meteoklassen tijdens de meetperiode optreden, zal in het algemeen afwijken van de langtijdgemiddelde optreedfrequentie van deze meteoklassen. Om een representatieve L_{den}-waarde te bepalen, is het nodig om de metingen te corrigeren voor het verschil tussen de optreedfrequentie in de meetperiode en de langtijdgemiddelde optreedfrequentie. Daartoe wordt van elke meetdag *k* het energetisch gemiddelde geluidniveau $L_{p,m,k}$ per etmaalperiode en per meteoklasse bepaald over de uurwaarden. Daarin geeft de index *p* de drie etmaalperioden aan (dag 07.00–19.00 uur, avond 19.00–23.00 uur, nacht 23.00–07.00 uur) en de index *m* de vier meteoklassen (M1, M2, M3 en M4).

Daarnaast wordt de fractie $q_{p,m,k}$ berekend. Deze is gedefinieerd als het aantal geldige meeturen per meteoklasse *m*, gedeeld door het aantal geldige uren van die etmaalperiode. Per etmaalperiode (*p*) van elke meetdag (*k*) geldt $\sum_m q_{p,m,k} = 1$.

Het equivalente geluiddrukniveau per etmaalperiode en per meteoklasse, aangeduid met $L_{p,m}$, wordt over de gehele meetperiode bepaald met weging naar $q_{p,m,k}$:

$$L_{p,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{Q_{p,m}} \sum_k q_{p,m,k} 10^{\frac{L_{p,m,k}}{10}} \right) \text{dB} \quad (4.3)$$

waarin $Q_{p,m}$ als volgt is gedefinieerd:
$Q_{p,m} = \sum_k q_{p,m,k}$.

Deze met $q_{p,m,k}$ gewogen energetische middeling van geluidwaarden is nodig om de bijdragen van onafhankelijke metingen correct te verwerken. Alleen metingen afkomstig uit verschillende etmalen gelden meteorologisch als onafhankelijk van elkaar. Het totale aantal bijdragende etmalen kan worden berekend door $Q_{p,m}$ te sommeren over de meteoklassen: $\Sigma_m Q_{p,m}$.
Voor de standaardafwijking $u_{p,m}$ die de onzekerheid in de emissie representeert voor $L_{p,m}$, geldt dat alle $L_{p,m,k}$ onafhankelijke metingen betreffen. De standaardafwijking $u_{p,m}$ kan daarom als volgt worden berekend:

$$u_{p,m} = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{p,m}}{10}} + S_{p,m} \right) - L_{p,m} \text{ dB}, \quad (4.4)$$

waarin $S_{p,m}$ wordt bepaald door

$$S_{p,m}^2 = \frac{1}{Q_{p,m}} \sum_k q_{p,m,k} \left(10^{\frac{L_{p,m,k}}{10}} - 10^{\frac{L_{p,m}}{10}} \right)^2. \quad (4.5)$$

Verwerking meetresultaat per periode

Voor het extrapoleren van de meetresultaten naar een jaargemiddelde waarde is het noodzakelijk de langtijdgemiddelde optreedfrequenties $f_{\text{optreed},p,m}$ van de verschillende meteoklassen in elke etmaalperiode te kennen. De optreedfrequentie wordt in tabel 4.3 opgezocht bij de betrokken etmaalperiode p en bij de sectorhoek die van toepassing is op de meetsituatie. Voor meetlocaties op grotere afstand van De Bilt kan een eigen langtijdgemiddelde worden bepaald op basis van uurgegevens van een nabijgelegen KNMI-meetstation over een recente periode van ten minste 20 jaar.

Tabel 4.3 Optreedfrequentie f_{optreed} per sectorhoek van de meewindcomponent in De Bilt (1989–2018)[1]

sectorhoek (°)	*p*=dag				*p*=avond; *p*=nacht			
'van' – 't/m'	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
350 – 10	0,7	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
10 – 30	0,7	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
30 – 50	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
50 – 70	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
70 – 90	0,8	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5
90 – 110	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
110 – 130	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
130 – 150	0,6	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
150 – 170	0,6	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
170 – 190	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
190 – 210	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
210 – 230	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
230 – 250	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7

sectorhoek (°)	*p*=dag				*p*=avond; *p*=nacht			
'van' – 't/m'	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
250 – 270	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
270 – 290	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
290 – 310	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7
310 – 330	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
330 – 350	0,7	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6

[1] 0° representeert een meewindrichting van noord naar zuid, 90° van oost naar west, etcetera.

Het jaargemiddelde geluidniveau per etmaalperiode, L_p, wordt als volgt bepaald:

$$L_p = 10 \lg \left(\sum_m f_{\text{optreed},p,m} 10^{\frac{L_{p,m}}{10}} \right) \text{dB}. \quad (4.6)$$

De totale meetonzekerheid voor L_p bedraagt:

$$u_p = \sqrt{\sum_m c_{p,m}^2 u_{p,m}^2 + u_{\text{wind}}^2 + u_{\text{nat}}^2 + u_{\text{meteo}}^2 + u_{\text{res}}^2 + u_{\text{slm}}^2}\,, \quad (4.7)$$

waarin de gevoeligheidscoëfficiënten $c_{p,m}$ zijn gedefinieerd als

$$c_{p,m} = \frac{f_{\text{optreed},p,m} 10^{\frac{L_{p,m}}{10}}}{10^{\frac{L_p}{10}}}\,, \quad (4.8)$$

en waarin de overige bronnen van meetonzekerheid als volgt zijn bepaald:

- u_{wind} is de onzekerheid door het schrappen van uurwaarden met te harde wind. Ook het geluid in die geschrapte periodes draagt bij aan het totale geluid in de gemeten situatie. Hiervoor geldt: $u_{\text{wind}} = (6/W_{\text{max}})^2$ [dB].
- u_{nat} is de onzekerheid als gevolg van het meten tijdens periodes met een natte windbol. Een natte windbol kan tot enkele uren na de regenbui een effect hebben van enkele dB's. Voor een langdurige meetperiode, zoals bij de eenvoudige methode, is het percentage natte uren niet variabel en is het effect te schatten op u_{nat} = 0,3 dB. Op basis van artikel 8.3 van de ISO-norm kan de meetonzekerheid nauwkeuriger worden bepaald, als het geluideffect voor het type microfoon en windbol afhankelijk van de neerslagwaarde en opdroogtijd in detail bekend is.
- u_{meteo} is de onzekerheid in het bepalen van de juiste meteoklasse. Deze wordt geschat op 0,3 dB. Met annex F.1 van de ISO-norm kan het effect nauwkeuriger worden bepaald.
- u_{res} is de onzekerheid in het bepalen van het residueel geluid op basis van L_{90} of L_{95} tijdens onbemande metingen. Deze wordt geschat op 0,5 dB. Met annex F.2 van de ISO-norm kan het effect nauwkeuriger worden bepaald.
- u_{slm} is de meetonzekerheid van de meetketen. Deze bedraagt 0,5 dB voor IEC-klasse 1 en 1,5 dB voor IEC-klasse 2 geluidmeters. De bij de ijkingen gevonden afwijkingen kunnen aanleiding geven om hogere onzekerheden in rekening te brengen.

Bepaling L_{den}

De resultaten van dag, avond en nacht worden samengenomen om de L_{den} met de bijbehorende meetonzekerheid te bepalen. De L_{den} wordt berekend met:

$$L_{\text{den}} = 10 \lg \left(\tfrac{12}{24} 10^{L_{\text{dag}}/10} + \tfrac{4}{24} 10^{(L_{\text{avond}}+5)/10} + \tfrac{8}{24} 10^{(L_{\text{nacht}}+10)/10} \right) \text{dB} \quad (4.9)$$

De meetonzekerheid bedraagt:

$$u_{\mathrm{den}} = \sqrt{\left[\left(\frac{12}{24}10^{\frac{L_{\mathrm{dag}}}{10}}\right)^2 u_{\mathrm{dag}}^2 + \left(\frac{4}{24}10^{\frac{L_{\mathrm{avond}}+5}{10}}\right)^2 u_{\mathrm{avond}}^2 + \left(\frac{8}{24}10^{\frac{L_{\mathrm{nacht}}+10}{10}}\right)^2 u_{\mathrm{nacht}}^2\right] / 10^{\frac{L_{\mathrm{den}}}{10}}} \quad (4.10)$$

Het eindresultaat wordt genoteerd met 95% betrouwbaarheidsinterval. De grootte van dat interval is tweemaal de standaard meetonzekerheid. De notatie is 'L_{den} = [L_{den}] ± 2 [u_{den}] dB (95% BI)', waarin de rechte haken de getalswaarden aangeven.

Vergelijking met standaardrekenmethode

Als de gemeten L_{den} wordt vergeleken met een L_{den}-waarde die voor de onderzochte situatie is bepaald met de standaardrekenmethode, zijn er aanvullende factoren waar rekening mee gehouden moet worden:

- Komt de gemodelleerde omgeving in het rekenmodel overeen met die bij de metingen?
- Komt het bovenbouwtype in het model overeen met die bij de metingen?
- Komen de verkeersgegevens (intensiteiten en snelheden per voertuigcategorie) overeen, voor zover bekend?
- Betreft de berekende L_{den}-waarde de actuele situatie, een plafondsituatie of een basisgeluidemissie?

Bij een vergelijking van berekende en gemeten L_{den}-waarde moet in elk geval rekening worden gehouden met het potentiële verschil tussen de momentane en gemiddelde railruwheid. Akoestisch is dit een effect met een zaagtandverloop in de tijd, waarbij de cyclus ten minste enkele jaren bedraagt.

Rapportage eenvoudige methode

1. Het doel van de metingen.
2. Naam en adres van de instantie en naam van de personen die de meting hebben uitgevoerd.
3. Datum en plaats van de metingen.
4. Gegevens van het spoor: aantal sporen, bovenbouwconstructie, de aanwezige geluidmaatregelen, de verkeerintensiteiten en snelheden volgens opgaaf van de bronbeheerder, en (voorzover beschikbaar) de met de standaardrekenmethode berekende L_{den} voor de meetpositie en een bronverwijzing (naam, datum en kenmerk van het akoestisch onderzoek waarin die berekeningen zijn opgenomen).
5. Omschrijving en foto's van de meetlocatie: omgeving, bodem met eventuele begroeiing, meetpositie.
6. Een lijst van de gebruikte meetapparatuur en type microfoons en analyseapparatuur/software met serienummers en de laatste kalibratiedatum, voor zover van toepassing.
7. Het verloop van de temperatuur en luchtvochtigheid tijdens de gehele meetperiode, apart voor alle dagperioden en voor alle nachtperioden; het verloop van de uurwaarde L (uit formule (4.1)) over het etmaal, apart per weekdag, als energetisch gemiddelde over de gehele meetperiode.
8. Een kwantitatieve onderbouwing waaruit blijkt dat aan de voorwaarden voor de eenvoudige methode is voldaan. Een lijst van eventuele afwijkingen van de voorgeschreven methode die mogelijk van invloed zijn op het resultaat.
9. Het percentage van de ongeldige uren op het totaal aantal (geldige en ongeldige) uren, uitgesplitst naar oorzaak van verstoring (overmatig residueel geluid, regen, wind, niet-representatieve geluidoverdracht); de gehanteerde maximale waarde van de windsnelheid W_{max} met een toelichting van die keuze.
10. Meetonzekerheidsberekening voor dag, avond en nacht.
11. De L_{den} en het 95%-betrouwbaarheidsinterval.
12. Bij vergelijking van gemeten en berekende L_{den}: een beschrijving van overeenkomsten en verschillen in uitgangspunten en waar mogelijk een kwantitatieve inschatting daarvan; een kwantitatieve inschatting van het effect van eventuele afwijkingen van de voorgeschreven meetsituatie en meetperiode ten opzichte van de werkelijke meetsituatie en meetperiode.
13. Als voor de meetsituatie een eigen langtijdgemiddelde optreedfrequentie is bepaald: een beschrijving van de gebruikte gegevens en de wijze van verwerking tot een langtijdgemiddelde.

4.1.3 Uitgangspunten bepaling geluidbelasting

Voor metingen met het doel een geluidbelasting of correctiewaarde vast te stellen (in situaties geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode) gelden de eisen en werkwijzen van de ISO-norm met inachtneming van de volgende bijzondere uitgangspunten:

1. Instrumentatie: volgens artikel 5 van de norm, met als aanvulling dat in tertsbanden van 25 Hz tot 10 kHz wordt gemeten.
2. Als het onvermijdelijk is om te meten op locaties met geluid van meerdere wegen of spoorwegen, worden de bijdragen per weg of spoorweg eerst uitgesplitst, voordat de overige bewerkingen, controles en correcties worden uitgevoerd. Voor het uitsplitsen kan afhankelijk van de lokale situatie gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld detectielussen, lichtsluizen of hulpmicrofoons dichtbij elke bron.
3. De geluidbelasting kan op drie manieren wordt bepaald, volgens artikel 10.6.1, 10.6.2 of 10.6.3 van de norm.
4. Er wordt gestreefd naar een totale meetonzekerheid van niet meer dan ±1 dB. De meetonzekerheid binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval is per definitie tweemaal zo groot, dus bij voorkeur niet meer dan ±2 dB.
5. Het resultaat van de meting is een L_{den} die met bijbehorende meetonzekerheid binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval wordt opgegeven, met de volgende notatiewijze: $L_{den} = 61{,}2 \pm 1{,}8$ dB (95% BI). De uiteindelijke geluidbelasting (voor juridische context) wordt op hele dB's afgerond en zonder marge opgegeven, in dit voorbeeld 61 dB.
6. Residueel geluid ('achtergrondgeluid') wordt verwerkt volgens annex I van de norm.
7. Meteostratificatie (M1, M2, M3 en M4) is nodig voor inzicht in representativiteit en voor correctie naar de langtijdgemiddelde situatie. In sommige gevallen moet een geschikt overdrachtsmodel worden gebruikt voor deze correctie. Bij de meteostratificatie kan het nodig zijn de aanpak van annex A van de norm te volgen. In dat geval zijn de optreedfrequenties van tabel 4.3 niet van toepassing, omdat deze op basis van eenvoudige uitgangspunten zijn vastgesteld. Meteogegevens voor wind, temperatuur en luchtvochtigheid worden bij voorkeur op de meetlocatie geregistreerd, maar kunnen worden betrokken van nabije KNMI-stations. Voor neerslag moeten eigen registraties op de meetlocatie worden gebruikt.
8. Correctie voor de luchtdemping volgens annex D.1 van de norm, naar 10°C en 80% RH voor Nederland.
9. Emissiestratificatie is nodig voor inzicht in representativiteit en voor correctie naar de maatgevende emissie of referentiesituatie. Deze correctie is volgens annex D.3 van de norm.
10. Als daar aanleiding voor is, moeten de meetwaarden ook worden gecorrigeerd voor het verschil tussen de railruwheid tijdens de meetperiode en de gemiddelde Nederlandse railruwheid.
11. Meetwaarden tijdens en na neerslag: volgens artikel 8.3 van de norm. Voor meetwaarden tijdens de opdroogperiode van de windbol wordt rekening gehouden met extra meetonzekerheid. Meetwaarden tijdens uren met te harde wind worden geschrapt. Meetwaarden tijdens uren met een sneeuwdek, dichte mist, extreem lage of hoge temperaturen worden geschrapt door niet-representatieve geluidoverdracht.
12. Rapportage zoals bij de eenvoudige methode, met aanvullend: tabellen met gemiddelde meetwaarden per meetdag (gesplitst per etmaalperiode en meteoklasse) en een analyse van de meetonzekerheid volgens annex F van de norm.

4.2. Methode voor meting en modellering van stalen kunstwerken

4.2.1. Inleiding

Het rijden over een stalen kunstwerk zal in het algemeen leiden tot een toename van de geluidemissie. Deze toename wordt veroorzaakt door enerzijds een toename van het rolgeluid van het spoorvoertuig en anderzijds de geluidafstraling van het stalen kunstwerk zelf. Bij stalen kunstwerken wordt in de rekenmethode deze toename van de emissie gekarakteriseerd door een geluidemissietoeslag. Zie paragraaf 2.5.2. De geluidafstraling van het kunstwerk wordt per bronlijn apart in rekening gebracht door middel van het modelleren van twee bronlijnen. Behalve de bronlijn voor het rolgeluid wordt een tweede bronlijn gepositioneerd in het hart van elke bronlijn op het kunstwerk. De afstraalkarakteristiek van het kunstwerk vertoont verschillen met de afstraalkarakteristiek van het rolgeluid. Daarom heeft de bronlijn voor het kunstwerk een andere geometrische uitbreidingsterm dan de bronlijn voor het rolgeluid.

Voor het uitvoeren van akoestisch onderzoek is het wenselijk de geluidemissietoeslag te beschrijven, onafhankelijk van de geometrische modellering van het kunstwerk en de naastliggende aarden baan.

In deze paragraaf wordt de bepaling en de modellering van deze geluidemissietoeslag in de standaardrekenmethode uitgewerkt.

4.2.2. Geluidemissietoeslag

De geluidemissietoeslag $\Delta L_{E,brug}$ is gedefinieerd als het verschil tussen de emissie van de door het kunstwerk beïnvloede bronnen en dezelfde bronnen zonder de invloed van het kunstwerk. Deze geluidemissietoeslag wordt bepaald per voertuigcategorie, per octaafband. Omwille van de leesbaarheid zijn in de hierna gebruikte formules de indices voor voertuigcategorie *c* en octaafband *i* weggelaten.

$$L_{E,totaal,brug} = L_{E,totaal} + \Delta L_{E,brug} \quad (4.11)$$

De totale emissie op het kunstwerk is de energetische optelling van de rolgeluidemissie (inclusief de extra rolgeluidemissie ($\Delta L_{E,brug\text{-}rol}$)) op de bronlijnen op 0 en 0,5 m van de bovenkant van het spoor (BS) en de emissie van het kunstwerk zelf op de bronlijn op 0m BS ($L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$).

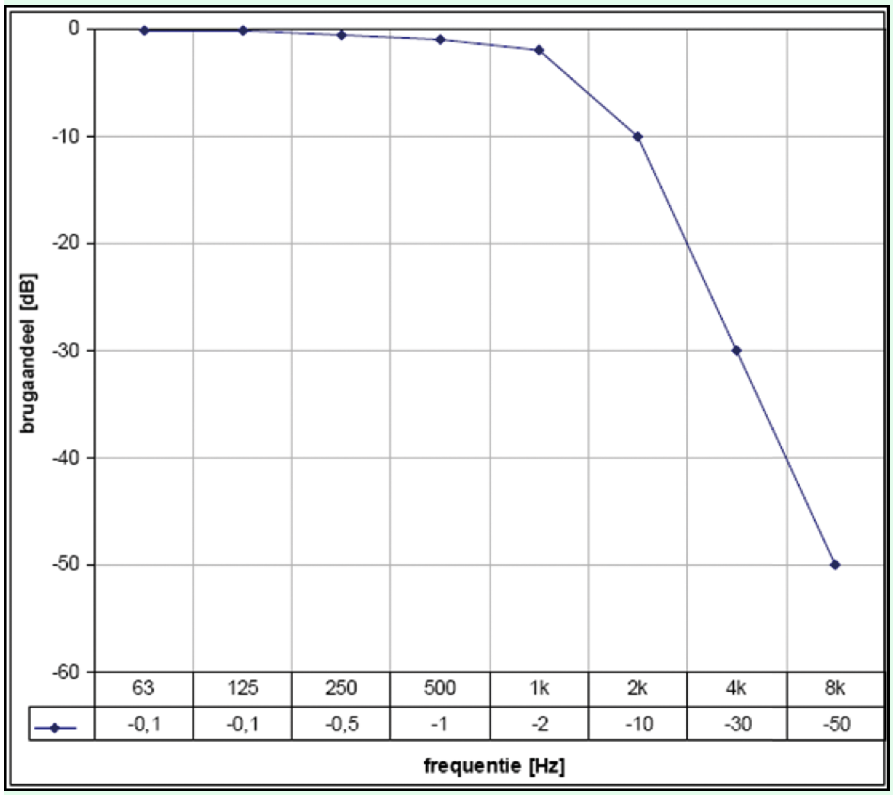
Deze totale emissie van het kunstwerk wordt in het model gerepresenteerd door twee bronlijnen, namelijk een bronlijn voor het kunstwerk met emissie $L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$ en een bronlijn voor het rolgeluid met emissie $L_{E,brug\text{-}rol}$.

De emissie zonder de invloed van het kunstwerk is de energetische optelling van de rolgeluidbronnen alsof er geen geluidemissietoeslag is (dus zonder de $\Delta L_{E,brug\text{-}rol}$) en zonder kunstwerkgeluid en waarbij op de brug een bovenbouwcode *bb*=1 wordt gebruikt:

$$L_{\mathrm{E,totaal}} = L_E^{bs} \oplus L_E^{as} = 10\lg\left(10^{L_E^{bs}/10} + 10^{L_E^{as}/10}\right) \quad (4.12)$$

4.2.3. Splitsing in rolgeluidtoename en kunstwerkgeluid

De extra emissie door de geluidemissietoeslag wordt gesplitst in twee delen: toename van het rolgeluid ($\Delta L_{E,brug\text{-}rol}$) en kunstwerkgeluid ($L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$). De toename van het geluid wordt bij lage frequenties (tot 1 kHz) voornamelijk veroorzaakt door kunstwerkgeluid, bij hoge frequenties door rolgeluid. De splitsing van de geluidtoename wordt eenduidig vastgelegd met het empirische brugbijdragefilter H_{brug} van figuur 4.2.



Figuur 4.2 Spectrale karakteristiek van het filter om het brugaandeel uit het verschilspectrum te filteren.

Het gedeelte van de geluidemissie van de brug dat wordt toegekend aan het kunstwerk wordt hiermee:

$$L_{E,brug-kunstwerk} = L_{E,totaal,brug} + H_{brug} \quad (4.13)$$

waarbij de correctiefactoren H_{brug} worden gebruikt, zoals die zijn weergegeven in figuur 4.2. De rest van de geluidemissie van de brug bestaat uit het rolgeluid. Deze bestaat uit de emissie van brug zonder de invloed van de brug plus een toeslag op het rolgeluid H_{rol}:

$$L_{E,brug-rol} = L_{E,totaal,brug} + H_{rol} \quad (4.14)$$

met

$$H_{rol} = 10\lg\left(1 - 10^{H_{brug}/10}\right) \quad (4.15)$$

Daarmee wordt de toeslag op het rolgeluid:

$$\Delta L_{E,brug-rol} = L_{E,brug-rol} - L_{E,totaal} \quad (4.16)$$

Deze toeslag wordt opgeteld bij de rolgeluidbronnen op BS- en AS-hoogte, waarbij de bovenbouw wordt gemodelleerd met code *bb*=1.

4.2.4. Meettechnische bepaling van de geluidemissietoeslag

Deze methode kan worden toegepast om de geluidemissietoeslag te bepalen uit vergelijkende immissiemetingen nabij de brug en nabij het spoor op normaal talud (aardebaan, bij voorkeur met bovenbouwconstructie *bb*=1). Het geluiddrukniveau van spoorvoertuigpassages wordt nabij de brug en nabij de aardebaan in één meetdoorsnede op gelijke afstand vanaf het hart van het spoor (HS) gemeten.

Voor het bepalen van de horizontale afstand tussen baan en microfoons worden de volgende punten in overweging genomen:

- Wegens nabijheidsveldeffecten bedraagt de meetafstand ten minste 1,5*D* vanaf het hart van de brug, waarbij *D* een karakteristieke voor de geluidafstraling relevante afmeting in de dwarsdoorsnede van de brug is, bijvoorbeeld de plaatafmeting van het brugdek of de breedte van de brug.
- Wegens de totale openingshoek bedraagt de meetafstand ten hoogste de helft van de afstand van de meetdoorsnede tot elk van de uiteinden van de brug, gemeten langs de brug.
- De meetafstand bedraagt ten minste 7,5 m uit het hart van het dichtstbijgelegen spoor. Bij bruggen korter dan 30 m wordt dus gemeten in het midden van de brug, waarbij rekening wordt gehouden met de beperkte lengte van de brug.

Om een te grote invloed van bodemeffecten op de aardebaan te voorkomen, wordt een meethoogte van 1,5 m boven de bovenzijde van het spoor (BS) aanbevolen bij een meetafstand van 7,5 m tot het HS. Bij een meetafstand van 25 m wordt een hoogte van 3,5 m aanbevolen.

Bij tussenliggende meetafstanden wordt tussen deze hoogtes geïnterpoleerd. Dit betekent dat de meethoogte zo wordt aangepast dat de 'verticale zichthoek' naar BS in de orde van 10° ligt.
Nabij de aardebaan wordt op één hoogte gemeten: meethoogte *h*. Nabij de brug wordt gemeten op twee hoogtes: +*h* BS en -*h* BS, waarbij de laagste meethoogte ten minste 1 m boven het op die locatie aanwezige bodemoppervlak ligt. De resultaten van deze metingen worden gemiddeld.
Wanneer de resultaten van deze twee meetpunten bij de brug sterk uiteenlopen (richtlijn: meer dan 5 dB per octaafband), kan worden gerekend met de hoogste meetwaarden of wordt er nader akoestisch onderzoek uitgevoerd.

Bij de meting moet de representatieve operationele situatie worden onderzocht, dat wil zeggen de verdeling van gemeten spoorvoertuigen over de verschillende spoorvoertuigcategorieën en de gereden snelheid komt overeen met de maatgevende situatie ter plaatse. Bij meersporige bruggen met 'gelijkwaardige sporen' kan worden volstaan met een toeslagmeting voor het aanliggende spoor. Bij 'niet-gelijkwaardige sporen' moet de toeslag voor alle sporen afzonderlijk bepaald worden.

Voor alle meetposities wordt per spoorvoertuigpassage per spoorvoertuigcategorie het equivalente geluidniveau bepaald door te middelen over de tijd waarin de trein zich voor de meetpositie bevindt ($L_{pAeq,Tp}$ uit NEN-EN-ISO 3095:2013). De immissietoeslag per categorie $\Delta L_{I,brug,c,i}$ volgt dan uit het lineair gemiddelde verschil tussen de beide geluidmeetposities over *n* (ten minste 5) passages:

$$\Delta L_{I,\mathrm{brug,c,i}} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(L_{Aeq,\mathrm{br},c,i,k} - L_{Aeq,\mathrm{ab},c,i,k}\right) \qquad (4.17)$$

met:
c: index spoorvoertuigcategorie;
i: index octaafband;
k: volgnummer meting;
$L_{\mathrm{Aeq,br},c,i,k}$: meetresultaat bij de brug;
$L_{\mathrm{Aeq,ab},c,i,k}$: meetresultaat bij de aardebaan.

Het gemeten immissieverschil tussen brug en aarden baan wordt beïnvloed door twee factoren: het verschil in geluidemissie tussen een voertuig op de brug en hetzelfde voertuig op de baan en het verschil in overdrachtsverzwakking. Daarnaast kan, als de bovenbouwconstructie afwijkt van *bb* = 1, een correctie nodig zijn naar bovenbouwconstructie *bb* = 1.

Dit betekent dat de gemeten immisietoeslag wordt gecorrigeerd met $H_{correctie,\Delta overdracht}$ voor het verschil in overdrachtsverzwakking om een waarde te vinden voor de geluidemissietoeslag.
In het algemeen geldt:

$$\Delta L_{E,\mathrm{brug,c,i}} = \Delta L_{I,\mathrm{brug,c,i}} - H_{\mathrm{correctie,\Delta overdracht}} \qquad (4.18)$$

De waarde voor de correctie in overdrachtsverzwakking is alleen voor eenvoudige gevallen gemakkelijk te bepalen. Echter, als een akoestisch model wordt gemaakt van de meetsituatie, dan kan $H_{correctie,\Delta overdracht}$ iteratief worden bepaald. Dan wordt de volgende procedure gebruikt:

- Veronderstel dat de geluidemissietoeslag precies gelijk is aan als de gemeten geluidimmissietoeslag: $L_{E,brug,c,i} \equiv \triangle L_{I,brug,gemeten,c,i}$

– Vervolgens wordt de procedure uit 4.2.2 doorlopen om kunstwerkgeluid en extra rolgeluid toe te kennen aan de bronnen op de brug. Op de brug wordt als bovenbouw *bb* =1 gemodelleerd.
– Op de meetposities op de brug en de aarden baan worden de geluidimmissiespectra berekend. Het verschil tussen die twee geluidspectra wordt aangeduid als $\triangle L_{l,brug,1e\ schatting,c,i}$
– De correctie voor het verschil in overdrachtsverzwakking wordt bepaald volgens de formule:

$$H_{correctie,\Delta overdracht} = \Delta L_{l,brug,1e\ schatting,c,i} - \Delta L_{l,brug,gemeten,c,i} \quad (4.19)$$

Verdisconteren rijsnelheid

Naast geluiddrukniveaus wordt in beide meetdoorsnedes de rijsnelheid van het spoorvoertuig bepaald. Wanneer de snelheid tussen beide meetdoorsnedes meer dan 5% verschilt, wordt de aardebaanmeting gecorrigeerd met de emissieformules (zie 2.4). Wanneer dit verschil meer dan 25% bedraagt, is de meting niet bruikbaar voor de bepaling van de brugtoeslag.

Het brugtoeslagspectrum is afhankelijk van snelheid en spoorvoertuigcategorie. De brugtoeslag kan worden toegepast op dezelfde spoorvoertuigcategorie bij snelheden die niet meer dan 25% afwijken van de snelheid waarvoor de toeslag is bepaald.

Wanneer de brugtoeslag voor een bepaalde spoorvoertuigcategorie niet redelijkerwijs kan worden gemeten, wordt voor deze spoorvoertuigcategorie de brugtoeslag overgenomen van die spoorvoertuigcategorie die leidt tot de hoogste overall toeslag.

Verdisconteren railruwheid

In de directe omgeving van de meetdoorsnede aardebaan wordt de spoorstaafruwheid gemeten volgens de procedures omschreven in NEN-EN-ISO 3095:2013. Als de spoorstaafruwheid in de doorsnede van de aardebaan significant hoger is dan het landelijk gemiddelde spoorstaafruwheidsspectrum (zie tabel 2.7), moet een andere meetdoorsnede worden gekozen met een lagere spoorstaafruwheid, of de meetwaarden moeten worden gecorrigeerd voor de hoge spoorstaafruwheid (zie paragraaf 2.4). Als de spoorstaafruwheid op de brug significant hoger is dan de referentie, wordt verondersteld dat dit representatief is voor de brug (tenzij er aanwijzingen zijn voor het tegendeel). In het algemeen zal de brugtoeslag dus niet worden gecorrigeerd voor de hoge spoorstaafruwheid. De brugtoeslag is dan dus deels het gevolg van de brugconstructie en deels van de hoge spoorstaafruwheid.

4.2.5. Modellering in de standaardrekenmethode

Het bruggeluid wordt in de standaardrekenmethode verwerkt als een toeslag op het geluidemissiegetal voor rolgeluid in combinatie met een extra bronlijn op het kunstwerk voor het bruggeluid.

De toename van het rolgeluid $\Delta L_{E,brug\text{-}rol}$ wordt als extra geluidemissiegetal opgelegd aan de bronlijnen op 0 en 0,5 m van de bovenkant van het spoor (BS). Daarbij wordt de toename van de rolgeluidemissie in gelijke proporties verdeeld over deze twee bronlijnen. Dit noemen we de rolgeluidbronnen. De geluidemissie als gevolg van de geluidafstraling van het kunstwerk $\Delta L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$ wordt gemodelleerd met een bronlijn ter lengte van het kunstwerk in het hart van het spoor (HS) op 0 m BS. Dit noemen we de kunstwerkbron.

Voor de kunstwerkbron gelden enkele speciale modelleervoorschriften:
1. De geometrische uitbreiding van de kunstwerkbron wordt beschreven met een monopooluitbreiding volgens formule 3.4b.
2. Al aanwezige afscherming op de brug of op het talud direct aansluitend aan het kunstwerk heeft geen invloed op deze bron. De afstraling van de brug wordt namelijk niet beïnvloed door op of vlakbij de brug staande schermen.

4.3 Meetmethode emissies en spoorconstructies trams

4.3.1 Indeling in een bestaande categorie, procedure A

Procedure A uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 is toepasbaar om een nieuw tramtype in een bestaande treincategorie in te delen. Daarbij gelden de volgende aanpassingen voor trams.

Er worden aan ten minste 4 voertuigexemplaren metingen uitgevoerd, waarbij per snelheidsbereik ten minste 5 passages worden gemeten.

Voor de meetlocatie gelden de volgende eisen:
- Ballastspoor met monoblok dwarsliggers en UIC 54 rail of vergelijkbare vignole rail.
- De railbevestiging en railpad mogen afwijken van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006, zolang de verticale afstandsdemping hoger is dan 5 dB/m tussen 200 Hz en 3.000 Hz.
- Er ligt ballast tussen de meetpositie en het bereden spoor, bijvoorbeeld door het voertuig op het tegenoverliggende spoor te meten.

Er wordt gemeten op 7,5 m afstand uit het hart van het testspoor, op meethoogtes 1,2 m en 3,5 m boven het loopvlak van de rails. Voor de inpassing in categorie 10 wordt het aantal rekeneenheden gekozen overeenkomstig de asdichtheid (aantal assen/m). Daarbij wordt een correctie gehanteerd van 10 lg (asdichtheid) ten opzichte van de afgebeelde A32 of Citadis tram. Het aantal rekeneenheden kan dan soms afwijken van het aantal geledingen. De asdichtheid moet binnen het bereik 0,18-0,23 liggen.

4.3.2 Bepaling emissiekentallen trammaterieel, procedure B

Procedure B uit de Technische regeling emissiemethoden (TR) R wordt toegepast ter bepaling van de emissiekentallen van een nieuwe categorie voor trammaterieel, met de volgende aanpassingen:
- Voor de voertuigexemplaren, aantal passages en spoorspecificaties gelden dezelfde extra bepalingen als voor Procedure A hierboven.
- Tractiegeluid, voor zover relevant, wordt bepaald uit passages waarbij stabiele tractie of licht accelererend wordt gereden. Rolgeluid wordt bepaald uit passages waarbij geen of minimale tractie wordt geleverd.
- Als voor dezelfde exemplaren trams bij dezelfde snelheden met tractie aan en uit niet meer dan 3 dB wordt geconstateerd in niet meer dan 2 tertsbanden in gemeten geluiddrukspectra kan met de rolgeluidbron worden volstaan. Dit wordt beoordeeld aan de hand van trams met wielen in normale conditie, zonder hoge ruwheid van het loopvlak.
- Voor trams wordt uitgegaan van één bronhoogte op 0 m, zolang de tram voorzien is van afscherming van wielen en onderzijde met een opening van niet meer dan 30 cm hoog. Als de wielen voor meer dan de helft van hun oppervlak zichtbaar zijn, of als tractiebronnen op andere bronhoogtes (bijvoorbeeld op het dak) aanwezig zijn, dan moeten de brontermen in overeenstemming met procedure B worden bepaald.
- De overdrachtsfunctie $L_{Hpr,tot}$ voor rolgeluid wordt bepaald uit het geluiddrukniveau van de passage $L_{peq,tp}$ en de gecombineerde effectieve ruwheid L_{Rtot} volgens de Procedure B van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 of CEN TR 16891:2016. De totale ruwheid kan ook worden bepaald uit direct gemeten wiel- en railruwheid, te meten volgens EN 15610: 2019 (wat veel metingen en beschikbaarheid van voertuigen en spoor vereist) en het contactfilter. Hiervoor moet het DPRS contactfilter uit EN 15610: 2019, tabel 5.2] worden gebruikt in plaats van de waarden in tabel 2.1 van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006.
- Als alleen de BS bronhoogte van toepassing is, is de totale overdrachtsfunctie gelijk aan de spooroverdrachtsfunctie (zie Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006, paragraaf 2.4.7).
- Om een gemiddeld emissieniveau voor het hele netwerk te bepalen, moet een gecombineerde effectieve ruwheid $L_{Rtot,netwerk}$ van het hele netwerk en al het materieel worden bepaald, in analogie met $L_{Rtot,NL}$ in paragraaf 2.4.4 van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006. Dit wordt bepaald op basis van de gemeten gemiddelde totale effectieve ruwheid uit metingen van meerdere trams op meerdere locaties. $L_{Rtot,netwerk}$ kan ook worden herleid op basis van beschikbare wiel- en railruwheidsmetingen en het contactfilter zoals hierboven beschreven, als daarvoor statistisch voldoende representatieve data voorhanden zijn.
- Bij gebrek aan deze informatie kan worden uitgegaan van de gecombineerde wiel- en rail ruwheid voor schijfgeremd materieel (zoals categorie 8) en gemiddelde railruwheid voor het Nederlands railnetwerk.
- Bij de berekening kan per locatie een correctie op de totale ruwheid worden toegepast afhankelijk van beschikbare gegevens van wiel- en railruwheid in relatie tot onderhoud en slijpregime.

4.3.3 Bepaling bovenbouwcorrectie, procedure C

Procedure C uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 beschrijft de methode ter bepaling van de bovenbouwcorrectie. Uitgangspunt is dat het type bovenbouw wordt vergeleken ten opzichte van metingen op een ballastspoor, waarbij de wielruwheid veel hoger is

dan de railruwheid. Dit is te bereiken door gebruik van materieel met vooraf gemeten hoge wielruwheid of met een voertuig met twee of meer platte wielkanten met hoorbaar en meetbaar niveau ten opzichte van het rolgeluid tijdens passage. Bij vergelijking met een tram zonder platte wielen zou het niveau dan met circa 5-10 dB moeten verschillen. De metingen op het ballastspoor worden vergeleken met het te onderzoeken testspoor, waarbij dezelfde trams met dezelfde snelheden worden gemeten op beide locaties.
De metingen moeten bij snelheden tussen 50 tot 80 km/u worden uitgevoerd, waarbij tractiegeluid door optrekken en remmen wordt vermeden.
De bovenbouwcorrectie is het verschil tussen het rolgeluidspectrum op het ballastspoor en op het te onderzoeken spoor, gemeten langs de baan.
Als alternatief voor deze procedure worden bovenbouwcorrecties ook wel uit aan boord metingen bepaald, waarbij met een microfoon onder de wagon het rolgeluidspectrum als functie van de snelheid wordt gemeten. Dit bevat zowel effecten van de spoorconstructie als van wiel- en rail ruwheid. Daarom is van belang dat voor dergelijke metingen steeds de wielruwheid die van de rails domineert, bijvoorbeeld door middel van platte wielkanten, en dat geen andere bronnen zoals tractiegeluid of externe bronnen de meting verstoren. Deze werkwijze is niet gestandaardiseerd en vereist zorgvuldige keuze van meetposities, voertuigcondities en dataverwerking.

4.3.4 Bepaling conditie tramspoor

Voor normaal spoor wordt een default ruwheidscorrectie van +5 dB gehanteerd, voor geslepen spoor +3 dB, toe te passen in de correctie voor spoorconditie $C_{spoorconditie}$ in formule (2.1a/b). Een andere correctie kan worden toegepast als dit door metingen van het railnetwerk of specifieke traject(en) wordt onderbouwd.

5. Toelichting

5.1. Algemeen

Wijzigingen:

Ten opzichte van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 zijn er een aantal wijzigingen doorgevoerd in deze methode:
- Er zijn nieuwe bovenbouwcorrecties toegevoegd;
- De meetperiode voor emissiemetingen bij stalen bruggen is aangepast;
- De meetmethode is vernieuwd;
- SRM1 is verwijderd;
- Overstandgeluid is toegevoegd;
- De afmetingen en helling van objecten hebben effect op hun reflectiebijdrage;
- Hoe om te gaan met kleine aaneengesloten objecten is gedefinieerd;
- Hoe om te gaan met kleine bronnen is gedefinieerd; en
- Er is een meetmethode voor vaststellen tramemissie en bovenbouwcorrecties opgenomen.

5.2. Begrippen

Het begrip rekeneenheid is hier geïntroduceerd om de bij de definitie van de verkeersintensiteit in het verleden vaak gehanteerde begrippen as- of draaistelintensiteit te vervangen. Dit is enerzijds gebeurd om de eenvoud te verhogen en anderzijds omdat de nu gehanteerde definitie de geluidemissie beter blijkt te beschrijven. Bij getrokken treinen worden de locomotief en de rijtuigen (bij personentreinen) of de wagens (bij goederentreinen) alle aangemerkt als eenheden. Bij treinstellen moeten alle samenstellende delen worden opgevat als eenheden. Het aantal assen of draaistellen per eenheid is bij de bepaling van de intensiteiten dus niet van belang.

Het akoestisch onderzoek richt zich, voor spoorwegen die niet zijn aangewezen in bijlage IVb, op het maatgevende (dat wil zeggen het voor de geluidbelasting bepalende) jaar en (in dat jaar) op het langtijdig equivalent geluidniveau gedurende de dag-, de avond- en de nachtperiode. Het gemiddelde over deze drie perioden bepaalt de waarde van het geluid in L_{den}. In de praktijk zal echter meestal voor een meer praktische benadering worden gekozen, die ook aansluit bij de bepaling van het geluid in dB(A), zoals die plaatsvond voor de introductie van de L_{den}. Daarbij wordt uitgegaan van een periode die in akoestische zin voor het gehele jaar representatief is. Voor een dergelijke periode (het representatieve tijdvak) wordt het zogenoemde langtijdig equivalent geluidsniveau bepaald. Als de ene dag ten aanzien van verkeersintensiteiten en verkeerssamenstelling niet significant verschilt van een andere dag, hoeft het representatieve tijdvak niet langer dan een dag te zijn. Daar waar periodieke of andere variaties optreden met betrekking tot de treinenloop, moeten langere tijdvakken worden beschouwd. Bij de gebruikelijke reizigersdiensten zal dit niet het geval zijn, maar

goederenvervoer op het spoor kan van dag tot dag sterk verschillen. Daarom wordt met name voor goederenvervoer veelal uitgegaan van het aantal treinen gedurende een langere periode. De in het tijdvak van het voor de geluidbelasting bepalende jaar optredende variabele intensiteiten worden rekenkundig gemiddeld tot een representatieve verkeersintensiteit: de verkeersintensiteit.

De representativiteit en bruikbaarheid van de resultaten van een akoestisch onderzoek staan of vallen met de realiteitswaarde van de gehanteerde verkeersvariabelen. De primaire eis die aan een akoestisch onderzoek moet worden gesteld, is dat het zo nauwkeurig mogelijk de (toekomstige) geluidbelasting aanduidt. Dit zal alleen het geval zijn als niet alleen optimale aandacht wordt besteed aan de akoestische aspecten, zoals bodemdemping en reflectie-invloeden, maar als ook aan het onderzoek een deugdelijke opgave, meestal gebaseerd op een prognose, ten grondslag ligt. Voorkomen moet worden dat geluidwerende maatregelen, die aan de hand van de resultaten van een akoestisch onderzoek worden getroffen, na enkele jaren onvoldoende effectief blijken te zijn, als de verkeersintensiteiten – en dus de geluidbelastingen – hoger zijn dan aanvankelijk was geschat.

5.3. Spoorvoertuigcategorieën

In deze bijlage is bepaald dat al het verkeer over het spoor moet worden toegedeeld aan een van de genoemde spoorvoertuigcategorieën. Voor vrijwel alle van het Nederlandse net gebruikmakende spoorvoertuigen is dit al gebeurd en zijn de kenmerken vastgelegd in de vorm van emissiekentallen. In hoofdstuk 2 zijn deze emissiekentallen opgenomen voor de octaafbanden. Van een groot aantal in Nederland gebruikte types bovenbouw zijn ook de kenmerken beschikbaar en opgenomen in hoofdstuk 2 van deze bijlage. Nieuw materieel kan worden toegekend aan een bestaande spoorvoertuigcategorie. Hiervoor moeten metingen worden gedaan volgens procedure A uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006. Als nieuw materieel niet kan worden ingedeeld in een van de spoorvoertuigcategorieën, bijvoorbeeld als het materieel stiller is dan de bestaande spoorvoertuigcategorieën, dan worden de nieuwe emissiekentallen volgens procedure B uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 vastgesteld. Door een wijziging van deze bijlage kunnen de nieuwe emissiekentallen worden opgenomen in een nieuw te creëren spoorvoertuigcategorie. Voor trams is er een speciale procedure voor het inmeten van materiaal en bovenbouw. De reden is dat op tramlijnen vaak met maar één specifieke tram wordt gereden. Het ligt voor de hand om dan te kunnen rekenen voor dat specifieke tramtype.

5.4. De geluidemissiegetallen (hoofdstuk 2)

De vaststelling van geluidemissiegetallen vindt plaats per geluidemissietraject, dat wil zeggen per spoorweggedeelte waarover de emissie van spoorvoertuiggeluid min of meer constant kan worden verondersteld. Voordat de geluidemissiegetallen kunnen worden berekend, moet dus eerst de ligging van de geluidemissietrajecten worden bepaald of anders geformuleerd: de plaatsen op de spoorweg waar de overgangen tussen de geluidemissietrajecten liggen.

In principe liggen deze overgangen op plaatsen waar een of meer van de invoergegevens van de emissieberekening op een voor het eindresultaat relevante wijze veranderen.

Op plaatsen waar een gebied met spoorstaafonderbrekingen start of eindigt, zoals bij voegenspoorstaven, wissels en kruisingen, kan, bij korte opeenvolging van geluidemissietrajectovergangen, de afstand van 30 m zoveel kleiner worden genomen als nodig. Het geluidemissiegetal per octaafband wordt berekend voor meerdere bronhoogten.

Vooral voor het berekenen van afscherming is deze verfijning noodzakelijk. Wanneer spoorvoertuigen die zijn uitgerust met zogenoemde blokremmen hun remming uitvoeren verschuift de bron van de geluidemissie duidelijk naar boven. Niet alle categorieën spoorvoertuigen hebben – dominante – emissies op alle bronhoogten. Met name de hogesnelheidstreinen hebben belangrijke hooggelegen bronnen. Bij spoorvoertuigen die zijn ontworpen voor een lagere maximumsnelheid kan de bijdrage van hoger gesitueerde bronnen veelal op 0 worden gesteld.

De verschillende baancorrectiefactoren zijn afhankelijk van het materieeltype. De onderscheiden factoren dekken vrijwel alle baantypen die in de praktijk worden aangetroffen. Een uitzondering vormen onder andere nog de stalen viaducten.

Het geluidemissiegetal ter plaatse van stalen bruggen en andere niet in deze bijlage genoemde kunstwerken en baanconstructies kan door middel van meting worden bepaald. Hierbij wordt de meetmethode volgens hoofdstuk 4 als uitgangspunt gebruikt.

De tabellen met correcties voor bovenbouwconstructies bevatten niet de correcties voor de situatie van een baan met raildempers op houten dwarsliggers. Voor deze situatie kan worden gerekend met de situatie van een baan met betonnen dwarsliggers (bb=1).

De geluidemissiegetallen voor dieselmaterieel en sommige elektrische locs bevatten niet het aandeel van de geluidproductie bij acceleratie en stationair draaien. Omdat dit uitlaatgeluid en ventilatorgeluid hoog wordt geëmitteerd, moet worden bedacht dat het aanbrengen van schermen op plaatsen waar geregeld materieel accelereert of stationair draait nauwelijks zin heeft als met dit uitlaatgeluid geen rekening wordt gehouden. Hiervoor wordt bij overstand op spoorwegemplacementen de methode voor industrielawaai (bijlage IVh) gebruikt. De deelbijdrage hiervan wordt energetisch opgeteld met de bijdrage van rijdende treinen.

De emissieformules zijn geldig vanaf 40 km/u tot een zekere maximumsnelheid die per voertuigcategorie verschillend kan zijn. Voor situaties waarbij de werkelijke snelheid lager is dan 40 km/u kan worden gerekend met de emissie horend bij 40 km/u, wat over het algemeen een lichte overschatting van de werkelijke emissie zal geven. Dit geldt bijvoorbeeld voor rangerende treinen of bij stations. Voor trams is een uitzondering gemaakt. Deze rijden meestal langzamer. Hier zijn de emissieformules geldig vanaf 30 km/u. De weergegeven maximumsnelheid per voertuigcategorie zegt alleen iets over het bereik waarover emissiekentallen geldig zijn. Buiten dit bereik wordt niet gerekend. Een treintype binnen een categorie kan zelf een lagere maximumsnelheid hebben dan de weergegeven maximumsnelheid.

5.4.1. Effect van spoorstaafruwheidsbeheersing

Formule 2.3c kan worden gebruikt in situaties waarin structureel sprake is van een fors hogere spoorstaafruwheid dan het landelijk gemiddelde dat de basis is voor deze meet- en rekenmethode. Deze formule is echter met name bedoeld om de mogelijkheid te bieden de geluidsreducerende effecten van het onderhouden van het spoor in een toestand met extra lage spoorstaafruwheid in de berekening te verwerken. Deze bronmaatregel bestaat uit het eenmalig aanbrengen van de extra lage spoorstaafruwheid en het vervolgens onderhouden van dit lage ruwheidsniveau. Door inzet van speciale slijptreinen en slijptechnieken is dit mogelijk; men spreekt ook wel van ‘akoestisch slijpen’. Essentieel is dat de spoorwegbeheerder dit speciale onderhoud naar behoren vormgeeft. Belangrijk onderdeel daarbij is een jaarlijkse controle van het ruwheidniveau van de sporen. Deze monitoring kan de spoorwegbeheerder vormgeven door handmetingen te laten uitvoeren, maar ook meetsystemen vanaf spoorvoertuigen zijn hiervoor wellicht geschikt.

5.4.2. Toeslag voor kunstwerken

Het is mogelijk het rolgeluid afkomstig van het spoor op een kunstwerk te bepalen op dezelfde wijze als omschreven in procedure C van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006. Er wordt een spoorwegoverdracht bepaald die de geluidskarakteristiek van het kunstwerk bevat. Dit kan de toeslagwaarden uit de tabellen in hoofdstuk 2 vervangen.

5.4.3. Geluid van stilstaande treinen

Voor het bepalen van het geluid van stilstaande treinen kan geen gebruik gemaakt worden van de rekenmethode voor spoorwegen. Voor stilstaande treinen wordt de methode voor industriegeluid gebruikt. De deelbijdragen op een immissiepunt voor de rijdende en stilstaande treinen worden vervolgens energetisch opgeteld.

5.5. Standaardrekenmethode (hoofdstuk 3)

Algemeen

Omdat het onmogelijk is om in deze bijlage een methode te geven die in alle gevallen toepasbaar is, wordt per onderdeel van de meet- en rekenmethode aangegeven onder welke omstandigheden nader onderzoek op dat onderdeel noodzakelijk is. Uitvoerenden van nader onderzoek worden geacht een grote mate van deskundigheid te bezitten.

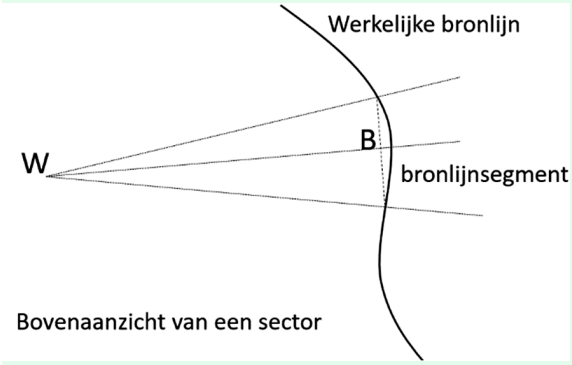
Het overdrachtsmodel dat in de standaardrekenmethode wordt gehanteerd, met name het gedeelte over de bodemdemping en de schermwerking, is gebaseerd op het gekromde stralenmodel bij meewindcondities. Bij de berekening van de schermwerking, volgens de theorie van Maekawa, wordt de kromming van de geluidsstralen verdisconteerd door de werkelijke schermhoogte met een ineffectief deel te verminderen. De bij dit overdrachtsmodel veronderstelde meewindcondities

zijn echter niet representatief als meteorologisch gemiddelde. Door een meteocorrectieterm op te nemen in het model wordt een 'meteogemiddeld' equivalent geluidsniveau L_{Aeq} verkregen.

De geluidemissiegetallen per geluidemissietraject, gespecificeerd per octaafband, worden als bekend verondersteld. De geometrische invoergegevens zullen vaak afkomstig zijn van goed gedetailleerd kaartmateriaal (horizontale projectie en verticale doorsneden van de relevante objecten). Ten behoeve van de automatische verwerking zullen deze gegevens alleen geschematiseerd in de berekening worden ingevoerd (gekromde lijnen worden benaderd door rechte lijnstukken, de hoogte van glooiend maaiveld wordt met een gemiddelde waarde aangegeven, akoestisch niet relevante details worden weggelaten etcetera). Dit maakt de invoer van gegevens een bezigheid die een zeker akoestisch inzicht vereist. Met name in complexe akoestische situaties moet bij de rapportage zowel het oorspronkelijk kaartmateriaal als de geschematiseerd ingevoerde geometrie worden toegevoegd.

Begripsbepalingen

Bij de berekening van de overdracht (bodemeffect, schermwerking en meteocorrectie) wordt uitgegaan van puntbronnen. Per sector wordt daartoe de bron, die strikt genomen een stukje lijnbron (het bronlijnsegment) is, gelokaliseerd gedacht in één punt, hier het bronpunt genoemd.



Figuur 5.1 Illustratie bij het begrip bronlijnsegment.

Voor de gevallen waarin er kleine bronnen zijn die niet een hele sectorhoek omvatten, is een aanvullende bepaling opgenomen om de bijdrage van deze kleine bronnen mee te kunnen nemen. Daarbij ontstaat de mogelijkheid om de bijdrage te bepalen op korte lijnsegmentjes van een bronlijn.

Hoofdformule

De gegeven formules 3.1a en 3.1b zijn afgeleid uit de definitie van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq}, die luidt:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_{A(t)}}{p_0} \right)^2 dt \right] \qquad (5.1)$$

waarin t_1 en t_2 respectievelijk de begin- en de eindtijd zijn van een gespecificeerd tijdsinterval in seconden, $p_A(t)$ de momentane A-gewogen geluiddruk (in Pa) en p_0 de referentiegeluiddruk van 20 µPa is.

De constante van -58,6 hierin is het gevolg van het feit dat:
- het geluidemissiegetal L_E het geluidvermogen per km representeert in plaats van per m;
- de openingshoek in de geometrische uitbreidingsterm (Φ) in graden is in plaats van in radialen;
- de constante 1/4 π ontbreekt in de geometrische uitbreidingsterm.

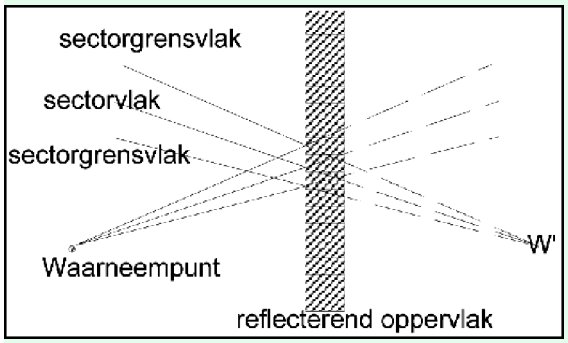
Dit leidt tot een term +10 lg (1/1.000).(π/180).(1/4 π) = -58,6 dB.
In de regeling zijn drie intervallen gespecificeerd, te weten de dagperiode lopende van 07.00-19.00 uur, de avondperiode lopende van 19.00-23.00 uur en de nachtperiode lopende van 23.00-07.00 uur. Alle termen in het rechterlid van formule 1b zijn voorzien van een of meer van de indices *i*, *j*, of *n*, omdat de berekening hier alleen betrekking heeft op één octaafband, één sector en één bronpunt, is omwille van de duidelijkheid afgezien van de vermelding van de indices.

De sommatie over de index *n* (van 1 tot en met *N*) beschrijft de (energetische) superpositie van de afzonderlijke bijdragen van de bronlijnen. De sommaties over de indices *i* (van 1 tot en met 8) en *j* (van 1 tot en met *J*) zijn de numerieke integraties over de frequentie (octaafbanden) en de totale openingshoek van het waarneempunt (sectoren). In de meeste gevallen is het voldoende om alle sectoren een openingshoek van 5° toe te kennen. Sectoren met een openingshoek kleiner dan 5° kunnen nodig zijn omdat bij discontinuïteit in de geometrie (hoeken van gebouwen, uiteinden van schermen en dergelijke) en in de verkeersgegevens (bij verandering van het geluidemissiegetal) sector-grensvlakken moeten worden gelegd. De totale openingshoek van het waarneempunt kan twee waarden hebben, te weten:

a. 180° als het L_{Aeq} dient voor het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouwd; of
b. 360° in andere situaties.

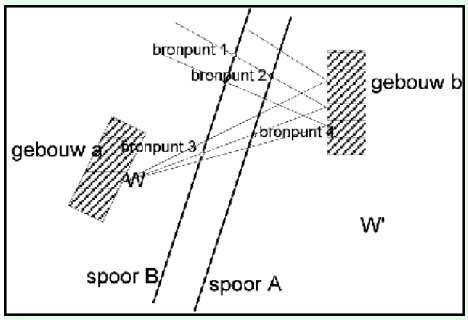
Reflecties

In figuur 5.2 is ter toelichting een voorbeeld opgenomen van de wijze waarop de constructie van een sector voor de berekening van de invloed van reflecties verloopt. Het gedeelte van de ongereflecteerde sector rechts van het reflecterend oppervlak wordt vervangen door het spiegelbeeld ervan ten opzichte van het reflecterend oppervlak. Het gespiegelde sectordeel hoort bij het waarneempunt W' dat het spiegelbeeld is van het werkelijke waarneempunt W.



Figuur 5.2 De constructie van een sector na reflectie.

In figuur 5.3 is een voorbeeld gegeven van een sector die ten gevolge van een reflectie voor de tweede maal een spoorweg snijdt. De bijdrage van de getekende sector aan het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} moet hier worden berekend uit de superpositie van de bijdragen van de bronpunten 3 en 4 (direct) en de bronpunten 1 en 2 (via reflectie). Bij oneffenheden van het reflecterend oppervlak moet bij gevels worden gedacht aan balkons, galerijen, trappenhuizen en dergelijke. Als het bron- of waarneempunt zicht op korte afstand hiervan bevinden, kan het verstrooiend effect van de oneffenheden leiden tot geluidsniveaus die niet overeenkomen met de uitkomsten van deze rekenmethode. Een nader onderzoek, bijvoorbeeld praktijk- of schaalmodelmetingen, kan hierin uitkomst brengen. Als het waarneempunt zich op de gevel bevindt (dit is het geval wanneer het geluid op de gevel moet worden vastgesteld), is bovenstaande uiteraard niet van toepassing op het waarneempunt.



Figuur 5.3 Voorbeeld van een sector die door een reflectie tweemaal een spoorweg snijdt.

In sommige gevallen hebben gebruikte databestanden een hoge mate van detaillering. Hierdoor kan het zijn dat een object uit een groot aantal zeer kleine vlakjes bestaat, of dat meerdere aaneengesloten objecten een groter object vormen. In dit geval wordt er gekeken of het samenstel van objecten of vlakken groot genoeg is. Vervolgens wordt alleen gerekend met het vlak dat door de

zichtlijn wordt doorsneden alsof dit vlak met al de bijbehorende eigenschappen de gehele sectorhoek doorsnijdt. In de praktijk kan voor de toets of een object groot genoeg is in een 2D vlak gekeken worden of meerdere objecten elkaar raken. Dan worden deze objecten als 1 object beschouwd en wordt gekeken of dit object de gehele sectorhoek doorsnijdt.
Bij reflecties in hellende objecten wordt de spiegelbron in het schuine scherm gespiegeld. Hierbij krijgt deze spiegelbron een andere hoogte. Dit heeft effect op de verdere overdracht. Voor het bepalen van de bodemdemping zou in feite het bodemverloop mee moeten worden gespiegeld. Het handhaven van de bronhoogte voor de bodemdemping heeft echter hetzelfde effect. De mate van reflectie wordt ook bepaald door de hoogte van het reflecterend oppervlak. Om dit te bepalen wordt de overlap van de Fresnelzone met het scherm berekend.

Overdrachtsverzwakking L_{OD}

De overdrachtsverzwakking is de som van de demping door de bodem (D_B), demping door de lucht (D_L) en een correctieterm voor gemiddelde meteorologische omstandigheden (C_M).

Luchtdemping D_L

De gegeven waarden van δ_{lucht} zijn afgeleid uit het tertsbandspectrum ISO-DIS 3891 bij 10° C en 80% relatieve vochtigheid. Vooral bij de hoge frequentiebanden is enige compensatie geïntroduceerd voor het sterk dispersieve karakter van de absorptie.

Bodemdemping D_B

De indeling in drie bodemgebieden (brongebied, tussengebied en ontvangergebied) is noodzakelijk omdat bij het aangenomen gekromde-stralen model bodemreflecties optreden in de nabijheid van de bron zowel als de waarnemer en, bij voldoende grote afstand tussen bron en waarnemer, ook in het tussenliggende gebied. Elk van die gebieden kan een andere bodemgesteldheid hebben, zodat bij de berekening drie verschillende absorptiefracties nodig zijn.

Onder akoestisch hard wordt hier verstaan: klinkers, asfalt en andere wegverhardingen, wateroppervlakken en dergelijke. Niet akoestisch hard zijn: grasland, landbouwgrond met en zonder gewas, zandvlakten, grond onder vegetatie en dergelijke.

Schermwerking L_{SW}

Omdat dit onderdeel van het rekenmodel alleen geschikt is om de bijdrage van het geluid dat via diffractie over een object het waarneempunt bereikt te verrekenen, moet het aandeel van de geluidstransmissie door het object te verwaarlozen zijn.

Met andere woorden, de geluidisolatie van het object moet belangrijk hoger zijn dan de berekende schermwerking om als afscherming in aanmerking te komen. Gebouwen, aarden wallen en dergelijke voldoen hier in het algemeen wel aan; voor schermen, muren en soortgelijke objecten moet gelden dat de massa per eenheid van oppervlakte tenminste 10kg/m^2 bedraagt en er zich geen grote kieren of openingen ('akoestische lekken') in bevinden. Aangetoond is dat een afwateringsspleet aan de onderzijde van een scherm van niet meer dan 10 cm hoogte en onder de bovenzijde van het spoor geen meetbare invloed heeft op de werking van het scherm.

De schermwerking in deze meet- en rekenmethode is gebaseerd op een aantal gevalideerde metingen en berekeningen, die echter niet voor alle denkbare situaties representatief zijn. In de meeste gevallen zijn de benaderingen uit deze meet- en rekenmethode conservatief en wordt de schermwerking onderschat. De toepassing van een lager geluidsscherm is dan wellicht mogelijk als dit door nader onderzoek kan worden onderbouwd. Dit nader onderzoek kan ook bestaan uit een inventarisatie van in het verleden al uitgevoerde onderzoeken, bijvoorbeeld schaalmodel onderzoek, aan soortgelijke schermen in vergelijkbare omstandigheden.

In elk geval moet nader onderzoek plaatsvinden bij toepassing van een reflecterend geluidsscherm, waarbij wordt afgeweken van formule 3.2. De benadering van de werkelijke schermhoogte door een effectieve schermhoogte volgens formule 3.2 is een conservatieve benadering; onderzoek van een aantal situaties heeft dit aangetoond.

Spoorspecifieke absorptie

Het in paragraaf 3.7 opgenomen spoorverkeersspectrum ter bepaling van de spoorspecifieke absorptie is gebaseerd op de aanwezigheid van ten minste 50% goederenverkeer (meer laagfrequent geluid). Voor situaties met minder goederenverkeer is de feitelijke spoorstaafspecifieke absorptie meestal groter en zal het resultaat dat wordt verkregen door gebruik te maken van het opgegeven spectrum aan de veilige kant zitten.

Spoorspecifieke geluidisolatie

De geluidisolatie van zwaardere bouwmaterialen zoals beton en steen en ook van aarden wallen is over het algemeen voldoende om te voorkomen dat geluid door het scherm heen een bijdrage levert bij de waarnemer; het meeste geluid gaat immers via buiging over de schermrand heen. Bij toepassing van lichtere bouwmaterialen (bijvoorbeeld bij deuren of bij dilatatievoegen) en hoge schermen (3 tot 4 m schermhoogte) en bij waarneempunten zeer dicht achter het scherm (tot 10 m) is voorzichtigheid geboden.

Octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau

Voor een nauwkeurige bepaling van het equivalente geluidsniveau binnen woningen is het gewenst dat men beschikt over het octaafbandspectrum van het voor de gevel heersende geluidsveld. Op de beschreven wijze verkrijgt men een achttal waarden voor de equivalente geluidsniveaus in de onderscheiden octaafbanden. De A-weging is hierin al verdisconteerd. Het verdient in alle gevallen aanbeveling om naast het equivalente geluidsniveau in dB ook het octaafbandspectrum te vermelden bij de rapportage.

Meteocorrectieterm

Ten opzichte van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 is de wijze waarop rekening wordt gehouden met de meteocorrectieterm gewijzigd. In het verleden werd geen rekening gehouden met de richting van het geluid. In navolging van de Europese methode Cnossos-EU is gekeken naar het effect van verschillende richtingen in een windroos bij de voortplanting van geluid. Hierop is de maximale waarde van de meteocorrectieterm aangepast. Deze is nu afhankelijk van de richting van het geluid en van de etmaalperiode. Uit onderzoek is gebleken dat er, jaargemiddeld, geen significant verschil is tussen de avond- en nachtperiode. Ook blijkt dat de locatie in Nederland geen invloed heeft op de mate van gunstige overdracht per richting. Hierdoor kan voor heel Nederland worden volstaan met de in pararaaf 2.9 opgenomen formules.

5.6. Meetmethoden (hoofdstuk 4)

5.6.1 Standaardmeetmethode

Bij het uitvoeren van metingen volgens de standaardmeetmethode moet er inzicht zijn in de rol en het doel van de metingen. Als het om toetsing aan normen gaat, binnen het kader van deze bijlage, dan kunnen metingen een rol hebben als rekenmodellen tekortschieten. Deze schieten tekort als ze worden gebruikt buiten het toepassingsgebied waar ze voor zijn bedoeld. In sommige gevallen is er een klein deel van de berekening dat buiten het toepassingsgebied valt. In dat geval kan voor die deelbijdrage worden gedacht aan metingen.

Een exacte beschrijving van het toepassingsgebied van de rekenmethode is niet gegeven. Buiten het toepassingsgebied vallen bijvoorbeeld de gevallen waarvan is aangegeven dat nader onderzoek noodzakelijk is en situaties waarin de standaardrekenmethode niet voorziet.

Het kan ook voorkomen dat er gebruik wordt gemaakt van een specialistische rekenmethode, als een specifieke situatie buiten het toepassingsgebied valt van de meet- en rekenmethode. Een dergelijke methode is niet voor te schrijven, omdat deze afhankelijk is van de situatie.

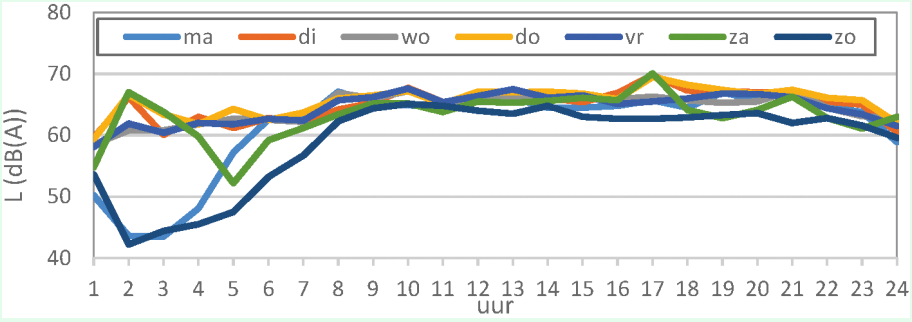
Het meten van een L_{den} volgens de ISO-norm (NEN-ISO 1996-2:2017) is in het algemeen complex, omdat over een groot aantal variabelen moet worden nagedacht bij het plannen en uitvoeren van de metingen. De uitwerking van de metingen is erop gericht inzicht te geven in de representativiteit en betrouwbaarheid van de L_{den}-waarde. Vooral bij langdurige onbemande metingen is een systematische en zorgvuldige analyse van de meetonzekerheid van belang, omdat de resultaten door tal van factoren onbedoeld kunnen worden beïnvloed. Toch is langdurig meten vaak juist nodig om een resultaat te verkrijgen dat een representatief beeld geeft.
De eenvoudige meetmethode kan onder zekere voorwaarden worden gebruikt om met onbemande langdurige metingen een indicatie te verkrijgen van L_{den}. De meteorologische criteria onder punt D van de eenvoudige methode zijn nodig om een representatief jaargemiddelde te bepalen zonder

dat correcties nodig zijn voor afwijkingen in de overdracht en de emissie. In het algemeen geldt met deze criteria, die zijn gebaseerd op een minimale meetperiode van twee maanden, dat metingen in enkel de wintermaanden of enkel de zomermaanden niet voldoen. Als aan een van deze criteria niet wordt voldaan, moet langer worden gemeten. Bij het besluit om wel of niet langer door te meten kan gebruik worden gemaakt van KNMI-data die daags na elke meetdag beschikbaar komen (toetsing aan de meteorologische criteria). Opmerking: KNMI-uurgegevens zijn opgegeven in Universal Time. Deze moeten worden omgezet naar de tijdrekening van het geluidmeetstation.
De verwerking van meetresultaten kan deels worden geautomatiseerd met spreadsheets met draaitabellen, of met scripts. Om de verwerking in goede banen te leiden, vooral de bepaling van de meetonzekerheid, moet de in deze meet- en rekenmethode aangegeven volgorde worden gevolgd. Hoewel het daarbij gaat om een vereenvoudigde aanpak ten opzichte van de ISO-norm, kan men bij grote aantallen meetgegevens gemakkelijk het spoor bijster raken. Als leidraad voor de verwerking worden in paragraaf 5.6.2 voorbeelden geven.

5.6.2 Leidraad verwerking metingen eenvoudige methode

Voor de verwerking van de ruwe meetwaarden, dat wil zeggen de L_{eq} per seconde of *LE* per event, kunnen de volgende stappen worden gehanteerd:

1. Verwijder L_{eq}-waarden en *LE*-waarden met kortdurende verstoringen, dit wil zeggen stoorgeluid dat enkele seconden tot enkele minuten aanhoudt.
2. Bepaal uurgemiddelde waarden *L'* en L_{res}. Maak daartoe een lange tabel met uurwaarden *L'* en L_{res}, voor de gehele meetperiode. Dus één regel per uur, 24 regels voor elke meetdag.
3. Markeer de uren met achtereenvolgens *overmatig residueel geluid* (het gaat dan om residueel geluid dat min of meer continu aanwezig is, want kortdurend stoorgeluid is al verwijderd), met *regen*, met *harde wind*, of met *niet-representatieve geluidoverdracht*. Van elk van deze vier oorzaken van verstoringen wordt het percentage uren ten opzichte van het geheel gerapporteerd. Als een uur door meerdere oorzaken is verstoord, telt het uur mee bij de eerste daarvan uit dit rijtje. Bijvoorbeeld wanneer een uur wordt verstoord door zowel harde wind als neerslag, telt dit mee bij *regen*.
4. Vul de lange tabel aan met een kolom voor de waarde *L* die wordt berekend met formule (4.1).
5. Om inzicht te geven in het verloop van het geluid over het etmaal, wordt een grafiek gemaakt van *L* per uur van het etmaal, waarbij energetisch wordt gemiddeld over de gehele meetperiode. Zie het onderstaande voorbeeld. Deze grafiek is een tussenresultaat: ze wordt in de rapportage opgenomen maar niet verder gebruikt in de stappen hierna. Opvallende zaken in het verloop per weekdag worden becommentarieerd in de rapportage.



6. Vul de lange tabel uit stap 4 aan met een kolom voor de meteostratificatie. Bepaal voor elk uur de meteoklasse M1 tot en met M4 op basis van de windsnelheid en -richting.
7. Maak hulptabellen per etmaalperiode met op elke regel een meetdag; zie onderstaande voorbeeldtabel. De getoonde waarden voor elke meetdag zijn $L_{p=dag,m,k}$ en $q_{p=dag,m,k}$. De totalen $L_{p=dag,m}$ worden berekend met formule (4.3).

Voorbeeld hulptabel dagperiode

	Dag (07.00-19.00 uur)							
Meetdag *k*	L_{M1}	q_{M1}	L_{M2}	q_{M2}	L_{M3}	q_{M3}	L_{M4}	q_{M4}
8-jun			72,5	0,09	65,8	0,91		
9-jun	65,5	1,00						

	Dag (07.00-19.00 uur)							
Meetdag *k*	L_{M1}	q_{M1}	L_{M2}	q_{M2}	L_{M3}	q_{M3}	L_{M4}	q_{M4}
10-jun	63,3	0,17	66,1	0,67	67,8	0,17		
11-jun	61,0	0,17	63,8	0,50	66,8	0,33		
12-jun	65,4	0,92	68,1	0,08				
13-jun	66,6	1,00						
14-jun	66,4	0,58	65,5	0,42				
15-jun	68,6	0,42	63,0	0,33	67,9	0,25		
16-jun	66,5	1,00						
17-jun	67,6	0,75	63,2	0,25				
18-jun	65,5	0,83	64,8	0,17				
19-jun	65,1	0,42	66,2	0,58				
20-jun	68,6	1,00						
$Q_{p=dag,m}$		8,25		3,09		1,66		
$L_{p=dag,m}$	66,6		65,8		66,6			
$u_{p=dag,m}$	1,22		2,29		0,85			

8. Maak een meetonzekerheidsberekening per etmaalperiode. Zie onderstaand voorbeeld. De ISO-norm noemt dit het 'meetonzekerheidsbudget'. In het voorbeeld is de meewindrichting 140° (van het zuidoosten naar het noordwesten).

Meetonzekerheidsbudget dagperiode	Herkomst	M1	M2	M3	M4	Resultaat
$f_{optreed}$ bij 140°	Uit tabel 4.3	0,6	0,2	0,1	0,1	
$L_{p=dag,m}$	Overnemen uit hulptabel dagperiode	66,6	65,8	66,6		
$u_{p=dag,m}$		1,22	2,29	0,85		
$Lp_{=dag}$	Formule (4.6)					66,0
$c_{p=dag,m}$	Formule (4.8)	0,69	0,19	0,12		
$\sqrt{(u^2_{wind} + u^2_{nat} + u^2_{meteo} + u^2_{res} + u^2_{slm})}$						1,7
$u_{p=dag}$	Formule (4.7)					2,0

9. Bepaal de L_{den} en de bijbehorende meetonzekerheid. Zie het voorbeeld hieronder.

		p=dag	*p*=avond	*p*=nacht	Resultaat
L_p	Neem over uit tabellen meetonzekerheidsbudget	66,0	62,1	62,9	
u_p		2,0	2,6	2,3	
L_{den}	Formule (4.9)				69,7
u_{den}	Formule (4.10)				1,7

10. Geef het eindresultaat als volgt op: L_{den} = 69,7 ± 3,4 dB (95% BI).

Bij een vergelijking van een berekende L_{den} met de gemeten L_{den} wordt altijd dit betrouwbaarheidsinterval betrokken. Daarnaast worden, voor zover mogelijk, de uitgangspunten van de rekenmethode betrokken die kunnen leiden tot verschillen tussen rekenen en meten. Dat laatste is nodig omdat van de berekende waarde geen betrouwbaarheidsinterval bekend is.

5.6.3 Metingen in afwijkende situaties

In situaties die afwijken van de voorwaarden voor de eenvoudige methode uit paragraaf 4.1.1, is het soms mogelijk om met enkele controles of aanpassingen toch de aanpak van de eenvoudige methode te volgen. Bij rapportage-items en 12 moet daarop worden ingegaan. Het gaat dan bijvoorbeeld om metingen op korte afstand voor een reflecterende gevel. Annex B van de ISO-norm geeft aan op welke wijze dergelijke metingen worden gecorrigeerd en welke aanvullende meetonzekerheid daarvoor geldt. Een ander voorbeeld betreft situaties waarin de meetafstand D (veel) groter is dan 20 ($h_s + h_r$). In dat geval kan de eenvoudige meteostratificatie van tabel 4.2 en tabel 4.3 niet worden gebruikt. Annex A van de ISO-norm geeft aan hoe de meteostratificatie dan moet gebeuren en Annex F.1 laat zien welke onzekerheid daarmee gepaard gaat.

In situaties die geheel of gedeeltelijk buiten het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode vallen, wordt de ISO-norm onverkort gevolgd, zij het dat daarbij enkele specifieke uitgangspunten gelden voor de Nederlandse situatie. In paragraaf 4.1.3 zijn deze uitgangspunten vermeld.

5.6.4 Toepassing van de methode voor meting en modellering van bruggen

De methode kan worden gebruikt voor stalen bruggen met eventuele geluidschermen of geluidafschermende delen, onder de aanname dat het geluidsscherm alleen effect heeft op het rolgeluid (de dipoolbronnen). Ook kan de methode worden gebruikt om het effect van de plaatsing van een geluidsscherm te bepalen. Wel is voorzichtigheid geboden bij toepassing van hoge schermen (hoger dan 4 m), doordat andere effecten een rol kunnen gaan spelen, zoals geluidafstraling door het scherm zelf.

Bij betonnen kunstwerken is de emissie ten gevolge van rolgeluid én bruggeluid verwerkt in de bovenbouwcorrectie. Deze werkwijze kan worden toegepast in situaties met geluidsschermen of afschermende delen met een hoogte tot 2 m boven de bovenkant van de spoorstaven. Bij toepassing van schermen hoger dan 2 m op een betonnen kunstwerk is de methode voor meting en modellering van bruggen bruikbaar, waarbij een vlak brugbijdragefilter van 0 dB[4] voor alle octaafbanden moet worden gehanteerd. Bij twijfel of een kunstwerk moet worden aangemerkt als een betonnen of als een stalen kunstwerk is de constructie van het brugdek (de brugonderdelen direct onder de spoorstaafbevestiging of de ballast) maatgevend. Voor bruggen korter dan 10 m hoeft de methode niet te worden toegepast omdat deze niet als een apart deeltraject in rekening worden gebracht.

Voor situaties waarbij nader onderzoek is vereist omdat het brugaandeelfilter niet toepasbaar is (zie bovenstaande opmerkingen) is het mogelijk om met een methode voor het bepalen van het rolgeluid (zoals opgenomen in de paragrafen 2.4 en 2.4.6 van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006) het brug- en rolgeluidaandeel te meten.

Aangegeven is dat bij meersporige bruggen kan worden volstaan met meting van de toeslag van één spoor, mits het gelijkwaardige sporen zijn. Dit is ook van toepassing voor de zogenaamde 'aanbruggen', situaties waarbij de brug in de lengterichting uit meerdere delen bestaat. Ook dan kan onder de voorwaarde dat het gelijkwaardige brugdelen zijn, volstaan worden met meting van één deel.

Correctie voor afwijkende spoorstaafruwheid

Wat betreft spoorstaafruwheid moet voorkomen worden dat een niet-representatieve situatie beoordeeld wordt. De geluidemissiegetallen van een doorgaand spoor (tabel 3.1) zijn gebaseerd op de referentieruwheid die is afgeleid uit de gemiddelde spoorstaafruwheid in Nederland. Dit is consistent met het onderhoudsregime van het spoor: zeer ruwe spoorstaven wordt op een gegeven moment geslepen en dan is het weer een tijdje glad. Er is echter niets bekend over de gemiddelde spoorstaafruwheid op stalen bruggen en de aanname dat de actuele spoorstaafruwheid representatief is voor de brug is plausibel. Bij het bepalen van de brugtoeslag wordt wel een ruwheidscorrectie toegepast voor de meetdoorsnede op de aardebaan, maar niet voor de brug. De brugtoeslag is dan dus deels het gevolg van de brugconstructie en deels van de hoge spoorstaafruwheid. Deze keuze heeft twee consequenties:

1. De berekende geluidniveaus in de omgeving van de brug zo goed mogelijk overeenkomen met de werkelijk waar te nemen niveaus;

[4] Hiernaar moet nader onderzoek verricht worden. Dit brugbijdragespectrum zal in het algemeen tot conservatieve resultaten leiden.

2. Het slijpen van de spoorstaven op de brug als geluidreducerende maatregel meegenomen worden; in dit geval moet ook bij de meetdoorsnede op de brug de spoorstaafruwheid worden bepaald volgens NEN-EN-ISO 3095:2013.

5.6.5 Meetmethode emissies trams

De basis voor deze aangepaste meetmethode voor trams zijn de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006, NEN-EN-ISO 3095:2013, EN 15610: 2019 (directe wiel en railruwheidsmeting), CEN TR 16891: 2016 (meting van gecombineerde ruwheid uit railtrillingen) en de meest recente inzichten uit de CEN werkgroep Railway Source Terms (meting van brontermen, stand 2019).
Bij geluidemissiemetingen aan trams wordt gemeten op ballastspoor onder gecontroleerde omstandigheden met een bekende railruwheid. Er wordt bij voorkeur over ballast heen gemeten (verre spoor) in verband met de reproduceerbaarheid van metingen. Daarnaast wordt zowel op 1,2 m als 3,5 m hoogte boven het rail loopvlak en 7,5 m uit het hart van het meetspoor, om de invloed van bodemreflecties te minimaliseren. De geluidemissie op andere spoortypes wordt met SRM II berekend door middel van een bovenbouwcorrectie en eventueel en ruwheidscorrectie. De bovenbouwcorrectie voor tramsporen wordt in analogie met die voor treinen.
Uitgangspunt voor bronhoogtes is alleen de laagste bron op 0 m voor trams met afscherming van de wielen en de aandrijving.

5.7. Lijst van symbolen

Symbool	Eenheid	Omschrijving	Paragraaf
α	–	Geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object in de octaafband	3.9
ζ	Graden	De hoek van de voortplantingsrichting van het geluid tov een windroos (0° is van Noord naar zuid, 90° is oost naar west, etcetera)	3.5
δ_{lucht}	dB/m	Luchtdempingscoefficiënt	3.5
δ_{refl}	dB(A)	De niveaureductie ten gevolge van één reflectie	3.9
ε	m	Akoestische omweg	3.6
Φ	°	De openingshoek van de sector	3.4
φ	°	De hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindingslijn tussen het waarneempunt en het spoor	3.2
Θ	°	De hoek die het sectorvlak maakt met het bronlijnsegment	3.4
γ	–	Functies die gebruikt worden om de bodemdemping te berekenen	3.5
α	–	Fractie van het scherm dat geluidsabsorberend uitgevoerd is	3.3
a		Emissiekental	2.4
b		Emissiekental	2.4
bb	–	Index voor bovenbouwconstructie	2.2, 2.3
B_b	–	Absorptiefractie van het brongebied	3.5
B_m	–	Absorptiefractie van het middengebied	3.5
B_w	–	Absorptiefractie van het waarneemgebied	3.5
c	–	Spoorvoertuigcategorie	2.4
C_{bb}	dB(A)	De correctie vanwege de bovenbouw	2.4
C_M	dB(A)	Meteocorrectieterm	3.5
C_d	dB(A)	Meteocorrectieterm voor de dag en avond periode	3.5
C_{en}	dB(A)	Meteocorrectieterm voor de nachtperiode	3.5
$C_{spoorconditie}$	dB(A)	De correctie wegens de invloed van dec conditie van het spoor op de geluidemissie	2.4
$C_{ruwheid}$	dB(A)	Coëfficiënt voor het in rekening brengen van afwijkende ruwheid	2.4

Symbool	Eenheid	Omschrijving	Paragraaf
C_p	dB(A)	Profielafhankelijke correctieterm	3.3
$C_{p,m}$		Gevoeligheidscoëfficiënten voor de meetonzekerheid	4.1
D_B	dB(A)	Bodemdemping	3.5
D_L	dB(A)	Luchtdemping	3.5
$DL_{\alpha,rail}$	dB	Spoorspecifieke absorptie	3.7
$DL_{R,rail}$	dB	Spoorspecifieke geluidisolatie	3.8
E_{motor}	dB(A)	Emissie vanwege motorgeluid	2.4
Er_{em}	dB(A)	Emissie van remmende spoorvoertuigen	2.4
E_{aero}	dB(A)	Emissie vanwege aerodynamisch geluid	2.4
$E_{koeling}$	dB(A)	Emissie vanwege koeling	2.4
f	Hz	Werkelijke geluidsfrequentie	2.4
f_{oct}	Hz	Octaafband gemiddelde frequentie	2.4
f_{terts1}, f_{terts1}, f_{terts3}		Tertsband gemiddelde frequenties van een octaafband	2.4
$f_{optreed}$		Optreedfrequentie per sectorhoek van de meewindcomponent in De Bilt	4.1
H	–	Effectiviteit van het scherm	3.6
h_b	m	De hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied	3.5
$H_{correctie,\Delta overdracht}$		Verschil in overdrachtsverzwakking tussen meting op brug en bij de aarden baan	4.2
h_s	,	Werkelijke hoogte van het geluidsscherm ten opzichte van BS	3.3
$h_{s,eff}$	m	Effectieve schermhoogte ten opzichte van BS t.b.v. de modellering	3.3
h_s	m	Effectieve schermhoogte	3.6
h_T	m	De hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het plaatselijke maaiveld	3.6
h_w	m	De hoogte van het waarneempunten boven de gemiddelde maaiveld-hoogte in het waarneemgebied	3.5
H_{brug}	dB	Empirische brugbijdragefilter	4.2
H_{rol}	dB	Toeslag op het rolgeluid bij een kustwerk	4.2
i	–	Octaafbandindex	2.4, 3.2
j	–	Aanduiding van een sector	3.2
K	–	Het snijpunt van het scherm met de zichtlijn	3.6
L	–	Het snijpunt van het scherm met een gekromde geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt	3.6
L		Ruwheid (van spoorstaven of wielen van spoorvoertuigen)	2.4
L'	dB(A)	Uurgemiddelde ruwe meetwaarde	4.1
L_{res}	dB(A)	Uurgemiddelde waarde voor residueel geluid	4.1
L	dB(A)	Uurgemiddelde voor residueel geluid gecorrigeerde meetwaarde	4.1
L_p	dB(A)	Jaargemiddeld geluidniveau per etmaalperiode gebaseerd op metingen	4.1
L_{Aeq}	dB(A)	Equivalente geluidsniveau	3.2
$L_{Aeq,br,c,i,k}$	dB(A)	Meetresultaat bij de brug	4.2
$L_{Aeq,br,c,i,k}$	dB(A)	Meetresultaat bij de aardebaan	4.2

Symbool	Eenheid	Omschrijving	Paragraaf
L_E^{bs}	dB(A)	Geluidemissiegetal op de hoogte van de bovenkant van het spoor	2.1, 2.4, 4.2
L_E^{as}	dB(A)	Geluidemissiegetal op een hoogte van 0,5 m boven de bovenkant van het spoor	2.1, 2.4, 4.2
L_E^{2m}	dB(A)	Geluidemissiegetal op de hoogte van 2,0 boven de bovenkant van het spoor	2.1, 2.4
L_E^{4m}	dB(A)	Geluidemissiegetal op de hoogte van 4,0 boven de bovenkant van het spoor	2.1, 2.4
L_E^{5m}	dB(A)	Geluidemissiegetal op de hoogte 5,0 boven de bovenkant van het spoor	2.1, 2.4
$L_{eq,i}$	dB(A)	Het A-gewogen equivalente geluidsniveau in octaafband *i*	3.10
$L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$	dB(A)	Het gedeelte van de geluidemissie van de brug dat wordt toegekend aan het kunstwerk	4.2
$\Delta L_{I,brug,c,i}$	dB(A)	Gemeten immissietoeslag van een brug	4.2
$L_{E,brug\text{-}rol}$	dB(A)	Rolgeluidbijdrage op een kunstwerk	4.2
$\Delta L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$	dB(A)	Toeslag op de geluidbron op BS en AS hoogte bij een brug waarbij een bovenbouw wordt gemodelleerd als *bb*=1	4.2
$\Delta L_{E,brug\text{-}kunstwerk}$	dB(A)	Geluidemissie ten gevolge van de afstraling van het kunstwerk	4.2
$\Delta L_{I,brug,1e\ schatting,c,i}$	dB(A)	Berekende eerste schatting van brugtoeslag op meetpunten ten behoeve van bepalen overdrachtsverzwakkingscorrectie	4.2
$L_{E,totaal}$	dB(A)	De geluidemissie op een kunstwerk alsof er geen geluidemissietoeslag is	4.2
$L_{E,totaal,brug}$	dB(A)	De totale emissie op een kunstwerk	4.2
ΔL_F	dB(A)	De niveaureductie als gevolg van de eindige afmetingen van de reflecterende vlakken	3.9
ΔL_{GU}	dB(A)	Geometrische uitbreidingsterm	3.2
$\Delta L_{E,brug}$	dB(A)	De geluidemissietoeslag vanwege een kunstwerk	4.2
$L_{\lambda,rtr,feitelijk}$	mm	Feitelijke Spoorstaafruwheid	2.4
$L_{\lambda,rtr,ref}$	mm	Referentie spoorstaafruwheid	2.4
$L_{\lambda,rtr,rveh,c}$	mm	Wielruwheid	2.4
$L_{overstand}$	dB(A)	Bijdrage aan het equivalent geluidniveau vanwege overstand	3.2
ΔL_{OD}	dB(A)	Overdrachtsverzwakking	3.2
ΔL_{SW}	dB(A)	Schermwerking	3.2, 3.6
ΔL_R	dB(A)	Niveaureductie t.g.v. reflecties	3.2, 3.9
$\Delta L_{R,abs}$	dB(A)	Niveaureductie op als gevolg van absorptie bij de reflecties	3.9
m	–	Index voor mate van voorkomen spoorstaafonderbreking en wissels	2.2, 2.3
N_f	–	Fresnelgetal	3.6
N_{refl}	–	Het aantal reflecties tussen bron- en waarneempunt	3.9
n	–	Bronpunt	3.2
p	%	Snelheidsprofiel	2.3, 2.4
Q	h^{-1}	De gemiddelde aantal rekeneenheden van spoorvoertuigen	2.3
r	m	De afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn	3.4, 3.6
r_o	m	De horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt	3.5, 3.6
r_L	m	De som van de lengtes van de lijnstukken BL en LW	3.6

Symbool	Eenheid	Omschrijving	Paragraaf
r_T	m	De som van de lengtes van de lijnstukken BT en TW	3.6
r_w	m	De horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm	3.6
S_b	–	De effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied	3.5, 3.6
S_F		Maat voor de verticale afmeting van de Fresnelellipsoide ter plaatse van (de voet van) het reflecterende oppervlak	3.9
S_r		Maat voor het gedeelte van *SF* dat ligt tussen de voet en de top van het reflecterende oppervlak	3.9
S_w	–	De effectiviteit van de bodemdemping in het waarneemgebied	3.5, 3.6
T	°	De tophoek van de dwarsdoorsnede van het object	3.6
u_p	dB(A)	De totale meetonzekerheid voor L_p	4.1
$u_{p,m}$	dB(A)	Standaardafwijking die de gecombineerde onzekerheid in emissie en meteorologische omstandigheden representeert	4.1
u_{wind}	dB(A)	De onzekerheid door het schrappen van uurwaarden met te harde wind.	4.1
u_{nat}	dB(A)	De onzekerheid als gevolg van het meten tijdens periodes met een natte windbol.	4.1
u_{meteo}	dB(A)	De onzekerheid in het bepalen van de juiste meteoklasse	4.1
u_{res}	dB(A)	De onzekerheid in het bepalen van het residueel geluid op basis van L_{90} of L_{95} tijdens onbemande metingen.	4.1
u_{slm}	dB(A)	De meetonzekerheid van de meetketen	4.1
u_{den}	dB(A)	De meetonzekerheid van door metingen vastgesteld L_{den}	4.1
v	km/u	De gemiddelde snelheid van de spoorvoertuigen	2.3
V_{wind}	m/s	Uurgemiddelde windsnelheid	4.1
V_{mee}		Uurgemiddelde meewindcomponent windsnelheid	4.1
W	–	Snelheidsafhankelijk Verdeling emissie tussen ashoogte en bovenzijde spoorstaafhoogte voor hoge snelheidstreinen	2.4
W_{max}	m/s	Toegestane windsnelheden	4.1
z_0	m	De hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneem-punt	
z_b	m	De hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil	3.6
z_C	m	De hoogte van de kromme C ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt	
z_K	m	De hoogte van punt K (snijpunt scherm en zichtlijn) ten opzichte van het referentiepeil	3.6
z_L	m	De hoogte van punt L (snijpunt scherm en gekromde geluidsstraal) ten opzichte van het referentiepeil	3.6
z_T	m	De hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het refe-rentiepeil	3.6
z_w	m	De hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil	3.6

BIJLAGE IVG BIJ DE ARTIKELEN 3.14, EERSTE LID, ONDER B EN D, EN 3.21, EERSTE LID, ONDER B VAN DEZE REGELING (REKENMETHODE GELUID OP EEN GELUIDREFERENTIEPUNT)

1. Algemeen

Berekeningen voor het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt worden uitgevoerd volgens de bijlagen IVe voor wegen, IVf voor spoorwegen en IVh voor industrieterreinen. Bij het

gebruik van deze bijlagen voor de berekeningen gelden de aanvullende en afwijkende bepalingen zoals genoemd in deze bijlage.

2. Beschrijving van de bron

2.1. Geluidbronregisterlijnen

2.1.1. Voor wegen

Voor wegen wordt gebruikgemaakt van ten minste één geluidbronregisterlijn per rijbaan. Als wordt uitgegaan van één geluidbronregisterlijn dan ligt deze in het midden van de rijbaan en bevat deze de horizontale positie en de hoogteligging van de rijbaan. Als wordt uitgegaan van meer geluidbronregisterlijnen dan liggen deze op een positie die representatief is voor de rijstroken waarop zij betrekking hebben. Bij verbindingen (zoals klaverbladen), parallelrijbanen van wegen en toe- en afritten ligt een extra geluidbronregisterlijn op de rijbaan die fysiek is gescheiden van de hoofdrijbaan.

2.1.2. Voor spoorwegen

Voor spoorwegen wordt gebruikgemaakt van één geluidbronregisterlijn per spoor. Deze geluidbronregisterlijn ligt in het midden van dat spoor en bevat de horizontale positie en hoogteligging van dat spoor. Voor stilstaande treinen wordt gebruikgemaakt van puntbronnen.

2.2. Verkeersgegevens

2.2.1. Algemeen

De verkeersgegevens bestaan uit de verkeersintensiteit en de snelheid zoals deze zijn gedefinieerd in de onderdelen 2.1 van bijlage IVe en artikel 1.1 van bijlage IVf.
De verkeersgegevens worden gekoppeld aan de geluidbronregisterlijnen.
Tijdelijke snelheidsverlagingen vanwege bijvoorbeeld werkzaamheden worden niet meegenomen in berekeningen van de geluidproductie.

2.3. Correcties op de geluidemissie

2.3.1. Voor wegen

Correcties voor de emissieverhoging ten gevolge van een weghelling worden niet toegepast. Voor rijkswegen worden correcties ten gevolge van optrekkend verkeer in de omgeving van kruispunten en snelheidsbeperkende obstakels (optrektoeslag) niet toegepast.

2.3.2. Voor spoorwegen

De brugemissietoeslag voor stalen kunstwerken is gebaseerd op een volgens bijlage IVf bepaalde waarde. Als een dergelijke waarde niet voorhanden is, wordt de brugemissietoeslag voor stalen kunstwerken bepaald door een berekening met behulp van het rekenmodel van paragraaf 4.2 van bijlage IVf, waarbij invoerwaarden worden gebruikt die zijn afgeleid van metingen van vergelijkbare stalen kunstwerken. In bijzondere gevallen kunnen voor de brugemissietoeslag de volgende standaardwaarden worden gebruikt voor de volgende typen bovenbouwconstructies:

a. directe bevestiging zonder ballastbed (voegloos): toeslag 10 dB;
b. directe bevestiging zonder ballastbed (voegenspoor): toeslag 12 dB;
c. houten dwarsligger zonder ballastbed: toeslag 10 dB;
d. ballastspoor met dwarsliggers (voegloos): toeslag 5 dB;
e. ingegoten spoorstaaf zonder ballastbed (voegloos): toeslag 8 dB; of
f. ingegoten spoorstaaf (stille brugontwerp): toeslag gelijk aan voegloos ballastspoor met houten dwarsliggers.

Deze toeslagen gelden voor alle spoorvoertuigcategorieën en voor elke octaafband.

Voor een betonnen brug kan de volgende modellering worden gebruikt:

1. Betonnen kunstwerken korter dan 50 m worden als plaatbrug gemodelleerd, waarbij wordt uitgegaan van de werkelijke bovenbouw. Een opstaande rand wordt niet gemodelleerd.
2. Bij betonnen kunstwerken die langer zijn dan 50 m worden de constructie en bovenbouwcorrectie gebruikt die horen bij het type kunstwerk. Een opstaande rand wordt gemodelleerd als (een enkel stomp) scherm op 2,5 m ten opzichte van het buitenste spoor op het kunstwerk.

3. In afwijking van bijlage IVf, paragraaf 3.3.9, worden schermen die hoger zijn dan 2 m gemodelleerd met de werkelijke hoogte zonder dat nader akoestisch onderzoek is vereist.

3. Beschrijving van de overdracht

3.1. Sectorhoek

Voor de indeling van de sectoren wordt uitgegaan van een vaste openingshoek van 2°.

3.2. Rekenafstanden

Voor wegen en spoorwegen worden alleen rijlijnsegmenten of bronlijnsegmenten meegenomen die zijn gelegen binnen 1.000 m, gemeten in het horizontale 2D vlak, van het te beschouwen referentiepunt. Voor industrie wordt het gehele industrieterrein dat hoort bij het referentiepunt beschouwd en is er geen beperking in rekenafstand.

3.3. Reflecties

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van niet meer dan 1 reflectie per overdrachtspad.

3.3.1. Voor wegen

Voor geluidschermen langs wegen wordt het absorptiespectrum vereenvoudigd tot $\alpha_{i=5}$, de waarde bij 1.000 Hz.
Bij schermen waarvan het reflecterende oppervlak loodrecht, of onder een helling die kleiner is dan 5°, op het aardoppervlak staat, wordt de niveaureductie ΔL_R berekend volgens de formules:
$\Delta L_{R,i} = -10\ lg\ (1 - \alpha_{i=5})$ *voor* $\alpha_{i=5} <= 0{,}2$
$\Delta L_{R,i} = -10\ lg\ [0{,}8 * (1 - (\alpha_{i=5} - 0{,}2) / 0{,}6)]$ *voor* $0{,}2 < \alpha_{i=5} < 0{,}8$

Voor reflecterende objecten waarvoor geldt dat $\alpha_{i=5} >= 0{,}8$ wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.

Voor reflecterende objecten die zijn opgebouwd uit onderdelen met verschillende absorptie-eigenschappen wordt de waarde $\alpha_{i=5}$ oppervlakte-gewogen gemiddeld.

Bij schermen die onder een helling van meer dan 5° ten opzichte van de loodrecht op het aardoppervlak staan en waarvan uit nader onderzoek is gebleken dat deze als absorberend kunnen worden beschouwd en bij geluidwallen, wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.

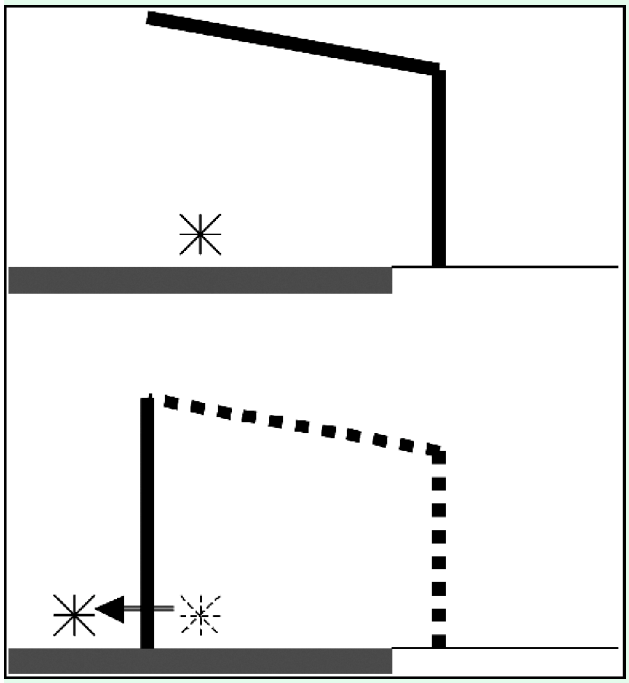
3.3.2. Voor spoorwegen

Voor schermen langs spoorwegen wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.

3.4. Afscherming

3.4.1. Voor wegen

Gekromde schermen of luifels langs wegen worden gemodelleerd door middel van een vervangend verticaal scherm, waarvan de top overeenkomt met de top van het gekromde scherm of het uiteinde van de luifel. Als dit punt, bezien vanuit de voet van de luifel, voorbij de rijlijn ligt, wordt de rijlijn plaatselijk verschoven. De nieuwe positie van de bron is dan halverwege de binnenste wegrand en het vervangende verticale scherm zoals in onderstaande figuren is weergegeven.



Figuur 2.1. Modellering van een luifelscherm.

3.4.2. Voor spoorwegen

Geluidschermen en geluidwallen worden bij spoorwegen met de werkelijke hoogte gemodelleerd. Het afschermende effect van een overkapping met dichte zijwanden wordt gemodelleerd overeenkomstig een tunnel. Van een overkapping zonder dichte zijwanden wordt geen afschermende werking in rekening gebracht.

3.5. Bodemdemping

3.5.1. Voor wegen

Behoudens de verharding van de weg wordt, voor het bepalen van de bodemdemping, uitgegaan van een akoestisch zachte bodem. Ook (berm)sloten, pech- en vluchthavens, verzorgingsplaatsen met toe- en afritten en andere wegen, parkeerplaatsen en pleinen worden als akoestisch zacht bodemgebied beschouwd. De bodemdemping van de verharding van de weg wordt bepaald overeenkomstig de methode uit bijlage IVe.

3.5.2. Voor spoorwegen

Voor het bepalen van de bodemdemping bij spoorwegen wordt uitgegaan van een akoestisch zachte bodem.

3.5.3. Voor industrieterreinen

Behoudens de bodem op het industrieterrein, wordt voor het bepalen van de bodemdemping bij industrieterreinen uitgegaan van een akoestisch zachte bodem.

3.6. Modellering talud

Ten behoeve van het berekenen van geluidproductieplafonds mag een vereenvoudigde modellering van het talud worden toegepast.

3.7. Tunnels

Bij ingangen en uitgangen van tunnels voor wegen en spoorwegen mag het afschermend effect van de tunnelwanden worden verwaarloosd.

4. Bepaling van de hoogtes van de referentiepunten

Bij het bepalen van de hoogte van referentiepunten kan worden uitgegaan van een gemiddelde maaiveldhoogte rond een referentiepunt. Voor het bepalen van een gemiddelde maaiveldhoogte wordt het maximale gebied bepaald door een cirkel met straal 10 m rond het referentiepunt. Ten opzichte van dat gemiddelde mag de hoogte niet meer dan 10% af te wijken van 4,0 m hoogte.

5. Regels voor berekening geluidproductie voor het verslag monitoring geluidproductieplafonds

Bij het opstellen van het verslag, bedoeld in 10.42b, tweede, derde en vierde lid, van het Omgevingsbesluit, wordt de geluidproductie voor het betreffende kalenderjaar en de vergelijking met het geldende geluidproductieplafond als omgevingswaarde berekend op basis van:

a. de voor dat kalenderjaar representatief te achten verkeersgegevens;
b. de geluidbeperkende werken of bouwwerken die op de laatste dag van het kalenderjaar zijn opgenomen in het geluidregister voor zover deze daadwerkelijk aanwezig zijn; en
c. de laatste dag van het betreffende kalenderjaar voor de overige gegevens.

6. Toelichting

Algemeen

Uit het stelsel van de Omgevingswet volgt dat geluidproductieplafonds de ten hoogste toegestane geluidproductie op referentiepunten bepalen. Ook volgt uit het stelsel dat de geluidproductie de berekende geluidbelasting op referentiepunten is. De referentiepunten liggen aan weerszijden van de weg of spoorweg en zijn opgenomen in het geluidregister. Om te voorkomen dat kleine wijzigingen in het maaiveld tot verplaatsing van een referentiepunt leiden is de bepaling opgenomen dat van een gemiddelde maaiveldhoogte in een gebied mag worden uitgegaan en dat er een marge van 10% rond de 4 m kan worden aangehouden voor het plaatsen van de referentiepunten.

De methode van het berekenen van de geluidproductie is grotendeels gelijk aan die voor het berekenen van geluidbelastingen op woningen, maar er geldt een aantal aanvullende en afwijkende regels. Deze regels zijn in deze bijlage opgenomen. Deze regels hebben als doel een heldere scheiding in verantwoordelijkheden tussen beheerder en gemeenten te bewerkstellingen en daarnaast het bereiken van meer eenduidigheid en het vergroten van de uitvoerbaarheid. Dat laatste is van belang omdat bijvoorbeeld voor het verslag van de monitoring de omvang van het onderzoeksgebied zeer groot is. Dit behelst dan namelijk vrijwel het hele Nederlandse netwerk van rijkswegen, hoofdspoorwegen en provinciale wegen samen met een groot aantal industrieterreinen, eventueel aangevuld met delen van het lokaal spoor.

Daarnaast geldt dat de geluidproductieplafonds altijd worden berekend. De standaardmeetmethode in bijlagen IVe en IVf wordt niet gebruikt. Binnen de GPP-systematiek valt alles onder het toepassingsbereik van de rekenmethode.

Het systeem met geluidproductieplafonds moet bijdragen aan een goede, heldere en logische scheiding tussen verantwoordelijkheden van de beheerder en die van gemeenten. Voor deze scheiding is het noodzakelijk om bij de berekening van de geluidproductie geen rekening te houden met allerlei specifieke kenmerken van de omgeving. Gebouwen, harde bodemgebieden en andere obstakels in de omgeving worden daarom genegeerd in de berekening. Dit is een wezenlijke afwijking van berekeningen van het geluid op geluidgevoelige objecten. Hierdoor is de geluidproductie onafhankelijk van wijzigingen in de omgeving. Dit is logisch omdat een weg- of spoorbeheerder geen invloed heeft op dergelijke wijzigingen. Zijn nalevingstaak voor het geluidproductieplafond is gericht op wijzigingen van de bron. Dat zijn immers de zaken waar de beheerder wel over gaat. Voor industrieterreinen kan een gemeente wel zowel verantwoordelijke zijn voor de omgeving als bronbeheerder in de vorm van vergunningverlener zijn. Om de geluidproductie van een industrieterrein te monitoren is het echter ook relevant om de omgeving buiten beschouwing te laten. Anders zou het kunnen dat geluidruimte zowel kleiner als groter kan worden zonder enige aanpassing van vergunde situaties.

Een gemeente is verantwoordelijk voor de wijzigingen in de omgeving van de bron. Zoals bijvoorbeeld de sloop van een pand dat geluidafscherming biedt aan de daar achter gelegen woningen, of de aanleg van een groot hard bodemoppervlak (parkeerterrein) waardoor geluidniveaus in de omgeving kunnen toenemen. Een ander voorbeeld is de bouw van een hoog gebouw langs de bron waardoor door reflecties de geluidniveaus aan de overzijde toenemen. Al deze wijzigingen in de

omgeving hebben geen invloed op de berekende geluidproductie. Aan de andere kant hebben wijzigingen in de verkeersomvang, de snelheid van het verkeer en de geografische ligging van de bron of andere industriële activiteiten wel direct invloed op de geluidproductie.

De aanvullende regels uit deze bijlage leiden ertoe dat de geluidbelasting op een referentiepunt in werkelijkheid anders kan zijn dan de berekende geluidproductie. In open gebieden, zoals weiland, landbouwgebied of natuurgebied zal de afwijking klein zijn, maar het is bijvoorbeeld ook mogelijk dat een referentiepunt zich binnen een gebouw bevindt of op een plek waar gebouwen op een andere wijze van grote invloed zijn op de geluidbelasting. Dan zal de afwijking tussen de werkelijke geluidbelasting en de berekende geluidproductie groot kunnen zijn. Deze afwijking heeft geen effect op de werking van het systeem met geluidproductieplafonds. Het gaat in dat systeem namelijk om verschillen in geluidniveau in plaats van absolute waarden van een geluidniveau. Het effect van gebouwen wordt zowel bij de vaststelling van geluidproductieplafonds als bij de monitoring ervan niet meegenomen. Daardoor werkt het systeem in alle situaties als begrenzing van de groei van geluidbelastingen. De vereenvoudigingen bij berekeningen van de geluidproductie hebben voor omwonenden verder ook geen nadelige consequenties omdat ze niet van invloed zijn bij de berekening van geluidbelastingen van geluidgevoelige objecten. Voor dergelijke berekeningen gelden alle regels uit de bijlagen IVe, IVf en IVh. De maatregelen die uit zo'n onderzoek voortvloeien zullen vervolgens worden opgenomen in het geluidregister om de nieuwe geluidproductieplafonds vast te stellen volgens de vereenvoudigde systematiek.

Geluidbrongegevens

De geluidproductieplafonds zijn gebaseerd op bijbehorende geluidbrongegevens. Het gaat om gegevens over de ligging, technische kenmerken en het gebruik van de bron, de geluidbeperkende werken of bouwwerken, de plafondcorrectiewaarde en het hoogteverloop tussen bron en referentiepunt. De geluidbrongegevens die behoren bij de geldende geluidproductieplafonds zijn opgenomen in het geluidregister. De geluidbrongegevens uit het geluidregister vormen samen met de ligging van de referentiepunten de belangrijkste gegevens die nodig zijn voor berekening van de ten hoogste toegestane geluidproductie op de referentiepunten.

Geluidbronregisterlijnen

Een belangrijk onderdeel van de berekening vormen de geluidbronregisterlijnen. Dit zijn de lijnen die de bron van het geluid in de berekeningen vormen. Deze lijnen krijgen bij het berekenen van het geluid op een geluidreferentiepunt bij een weg de functie van rijlijn als bedoeld in bijlage IVe en bij een spoor de functie van onderste bronlijn als bedoeld in bijlage IVf. Aan de geluidbronregisterlijnen worden gegevens over het verkeer gekoppeld. Bij wegen wordt er per rijbaan over het algemeen maar één geluidbronregisterlijn gedefinieerd die in het midden van de verharding van de betreffende rijbaan ligt. Een rijksweg zal dus meestal twee geluidbronregisterlijnen hebben: voor elke rijrichting één geluidbronregisterlijn die ligt in het midden van de betreffende verharding. Bij fysiek gescheiden rijbanen voor dezelfde richting, zoals bijvoorbeeld bij de hoofd- en parallelbanen op de A12 bij Utrecht of de A2 bij den Bosch, bezit de weg dus vier geluidbronregisterlijnen. Bij knooppunten zoals klaverbladen en bij op- en afritten liggen extra geluidbronregisterlijnen voor de weggedeelten die fysiek zijn gescheiden van de hoofdrijbanen. In afwijking van bovenstaande kan er in bijzondere situaties worden gebruikgemaakt worden van meer dan één geluidbronregisterlijn per rijbaan.

Bij een fysieke verbreding van de wegverharding verschuift de ligging van bestaande geluidbronregisterlijnen. Als echter de bestaande verharding anders gaat worden gebruikt, wijzigt de positie van de geluidbronregisterlijn niet. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van een bestaande vluchtstrook als spitsstrook. De beheerder kan in beide gevallen ook aanleiding zien om geluidbronregisterlijnen toe te voegen om daarmee het register nader te detailleren.
Bij spoor is de situatie anders dan bij rijkswegen. Bij de rijksweg kan immers het verkeer op één rijbaan vrijwel overal van rijstrook wisselen. Bij spoor is het verkeer in principe gebonden aan het fysieke spoor waar het zich bevindt. Daarom wordt bij spoorwegen voor ieder spoor een afzonderlijke geluidbronregisterlijn gedefinieerd. Zeer weinig bereden sporen kunnen achterwege blijven. Bij complexe spoorbundels kunnen vereenvoudigingen worden toepast waarbij echter steeds wordt gezorgd dat al het relevante spoorverkeer wordt meegenomen in de berekeningen.

Verkeersgegevens

Bij vaststelling en wijzigingen van geluidproductieplafonds, bij fysieke wijzigingen aan de weg of spoorweg en voor het verslag met betrekking tot monitoring moet de geluidproductie in de referen-

tiepunten worden bepaald. Daarbij worden meestal gedeeltelijk andere gegevens gehanteerd dan de geluidbrongegevens uit het geluidregister. Voor het verslag zal bijvoorbeeld met actuele verkeergegevens worden gerekend.

De gehanteerde verkeersgegevens zullen afkomstig zijn uit systemen van de beheerder. Daar waar deze systemen niet dekkend zijn of onvoldoende gedetailleerd, worden uit de wel beschikbare gegevens betrouwbare gegevens afgeleid of aanvullende gegevens toegevoegd. Het betreffen dan bijvoorbeeld gegevens voor op- en afritten en verbindingen tussen hoofdroutes bij knooppunten.

Voor spoor kan worden gedacht aan de koppeling van verkeersgegevens aan de verschillende sporen van een (complexe) spoorbundel en bij spoorwegknooppunten. Ook het verwerken van de opening van nieuwe stations en de sluiting van oude, vergen aanpassing van verkeersgegevens volgens vuistregels. Daarnaast gaat het bijvoorbeeld ook om de vertaling van maximale snelheden naar snelheden die representatief zijn voor de situatie op een gemiddelde weekdag. Daarbij kan het nodig zijn om onderscheid te maken tussen de verschillende dagdelen en categorieën van motorvoertuigen en spoorvoertuigtypen. Met name bij een regime met dynamische maximale snelheden of situaties waarbij door de verkeersdrukte overdag de maximale snelheid niet realistisch is, kan het nodig zijn per etmaalperiode te differentiëren.

Reflecties

Voor de berekening van de geluidproductie in het referentiepunt is het rekenen met één reflectie voldoende. Dit sluit overigens aan bij standaardwerkwijze bij toepassing van bijlagen IVe, IVf en IVh.

Geluidschermen kunnen bij wegen leiden tot verhoging van geluidniveaus aan de overzijde. Dit komt door reflecties van het geluid tegen het scherm. Sommige schermen zijn zo ontworpen dat de effecten van deze reflecties zo klein mogelijk zijn. Dit zijn zogenoemde absorberende schermen, of hellend geplaatste reflecterende schermen. Voor deze schermtypen wordt het effect van reflecties naar de overzijde bij het berekenen van de geluidproductie verwaarloosd. Dat is gedaan om te voorkomen dat schermen die de beheerder plaatst vanuit zijn saneringstaak, of een gemeente voor woningbouw, leiden tot overschrijdingen van geluidproductieplafonds aan de overzijde. Het systeem zou dan namelijk de uitvoering van maatregelen die een grote milieuwinst opleveren blokkeren. Op deze wijze wordt ook aangesloten bij de huidige praktijk bij de voorbereiding van geluidschermen voor sanering of nieuwbouw van woningen. Daarbij wordt het effect van reflecties naar de overzijde ook verwaarloosd. Met deze nieuwe regels geldt dit echter alleen voor schermen die zo zijn uitgevoerd dat het effect van dergelijke reflectie minimaal is. Daardoor staat er druk op de beheerder dit type schermen te realiseren zodat de gevolgen voor de overzijde ook zeer beperkt zullen zijn. Bij het bepalen van het geluid op objecten, geldt deze vereenvoudiging niet. Dan worden voor alle schermen bij rijkswegen reflecties meegenomen. Bij een wijziging van een geluidproductieplafond is dus geborgd dat bij bescherming van geluidsgevoelige objecten, ook reflecties tegen absorberende schermen en hellend geplaatste schermen worden meegenomen.

Voor spoor hebben reflecties tegen schermen voor de overzijde vrijwel geen invloed. Dat komt doordat de trein als een soort barrière verhindert dat het tegen het scherm gereflecteerde geluid woningen aan de andere zijde bereikt. Daarom wordt bij spoor, volgens bijlage IVf, bij schermen geen rekening gehouden met reflecties naar de overzijde. Bij toepassing van bijlage IVf wordt voor een reflecterend scherm echter wel rekening gehouden met een verminderde schermwerking door reflecties tussen het scherm en de trein. Deze detaillering wordt niet meegenomen in de berekening van de geluidproductie omdat de benodigde informatie van bestaande schermen hiervoor niet voorhanden is.

Modellering

Bij de modellering van de bron en de omgeving worden vereenvoudigingen doorgevoerd. Dit is gedaan om het systeem werkbaar te houden. Daarnaast is er rekening mee gehouden dat zoveel mogelijk kan worden gebruikgemaakt van al beschikbare digitale gegevens. Voorbeelden van vereenvoudigingen zijn:

- het weglaten van 'details' bij de modellering van kunstwerken, overwegen, perrons, tunnelmonden en dergelijke;
- het weglaten van (kleine) correcties op de emissie of immissie (bijv. een hellingcorrectie of die ten gevolge van kruispunten bij rijkswegen);
- het gebruiken van standaard brugemissietoeslagen; en
- vereenvoudiging van de modellering van het talud.

Bij de modellering van een talud kan worden uitgegaan van standaardprofielen voor taluds. Vaak zijn dit profielen die gebruikelijk zijn bij het ontwerp van een talud bij een bepaalde geluidbronsoort. Voorbeelden zijn standaardbreedtes ten opzichte van de weg of het spoor en een standaard verkanting. Hiermee wordt onnodige en foutgevoelige detaillering voorkomen, zonder dat dit de werking van het stelsel in de weg staat.

Kleine correcties als die voor een (geregeld) kruispunt hebben maar een beperkte reikwijdte. Deze gelden voor niet meer dan enkele referentiepunten direct rond bepaalde kruispunten of rotondes. De correctie is afhankelijk van de afstand tot het kruispunt of rotonde. Bij provinciale wegen met bebouwing dicht op de weg kunnen dergelijke correcties relevant zijn voor de bescherming van het woon- en leefklimaat. Voor dit geluidbronsoort worden deze correcties dan ook toegepast. Bij rijkswegen hebben dergelijke correcties vrijwel nooit een relevant effect en worden deze niet betrokken bij het bepalen van geluidproductieplafonds.

Gekromde schermen en luifels

De bepaling van de schermwerking bij gekromde schermen (en luifels) kan (grotendeels) worden gedaan volgens de methoden zoals die in akoestische onderzoeken gebruikelijk zijn.

BIJLAGE IVH BIJ DE ARTIKELEN 3.21, EERSTE LID, ONDER A, EN 3.23, EERSTE LID, ONDER A EN E, 6.6, EERSTE EN TWEEDE LID EN 8.22, EERSTE EN TWEEDE LID, VAN DEZE REGELING (MEET- EN REKENMETHODE GELUID INDUSTRIE)

1. Algemeen

1.1. Structuur van meet- en rekenmethode geluid industrie

De meet- en rekenmethode geluid industrie is opgebouwd uit twee methoden. Het toepassen van Methode I is bedoeld voor een akoestisch eenvoudige situatie, waarbij geen spectrale informatie is benodigd. Methode II is bedoeld voor akoestisch complexere situatie, waarbij spectrale informatie benodigd is.

In hoofdstuk 2 zijn voorschriften voor zowel methode I als II opgenomen zover deze betrekking hebben op metingen. In hoofdstuk 3 zijn de voorschriften voor zowel methode I als II opgenomen ter bepaling van de geluidoverdracht tussen geluidbron en beoordelingspositie. In hoofdstuk 4 zijn de voorschriften ter bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van activiteiten plaatsvinden. In hoofdstuk 5 zijn de voorschriften ter bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van activiteiten die op een industrieterrein plaatsvinden. De bepaling van de beoordelingsgrootheden voor activiteiten die buiten of binnen een industrieterrein plaatsvinden is gelijk voor methode I en II.

De keuze voor het toepassen van methode I of methode II berust vooral op het toepassingsgebied. Dit toepassingsgebied wordt in paragraaf 1.2.1 en 1.2.2 toegelicht. Als uitgangspunt geldt dat binnen het toepassingsgebied van methode I een gelijkwaardig resultaat wordt bereikt als met methode II.

In tabel 1.2 zijn samenvattend de kenmerken gegeven van de beide meet- en rekenmethoden.

1.2. Toepassingsgebied methode I en II

1.2.1. Toepassingsgebied

Methode I kan worden toegepast voor activiteiten waar voor de beoordeling van de geluidsituatie een eenduidige bedrijfssituatie kan worden gedefinieerd. Als dat van toepassing is moet de bedrijfssituatie op ondubbelzinnige wijze kunnen worden onderverdeeld in representatieve bedrijfstoestanden die voor het verrichten van metingen en berekeningen relevant zijn. Uit beide beschrijvingen moeten op herleidbare en controleerbare wijze de beoordelingsgrootheden kunnen worden vastgesteld.

Methode I is bedoeld voor:
– immissiemetingen bij verlening van een omgevingsvergunning en bij controle van activiteiten die zijn toegelaten op grond van een omgevingsplan of omgevingsvergunning;

– emissiemetingen en overdrachtsberekeningen in eenvoudige situaties bij activiteiten. Dit kan noodzakelijk zijn in situaties waar dusdanig hoge stoorgeluidniveaus op het beoordelingspunt optreden dat immissiemetingen aldaar niet mogelijk zijn.

Methode I kan worden toegepast op:
– meerdere activiteiten die beschouwd worden als één activiteit;
– afzonderlijke activiteiten;
– een bepaalde geluidbron of installatie, bijvoorbeeld ter controle van ontwerpspecificaties of leveranciergaranties.

Methode I kan niet worden toegepast voor de vaststelling van geluid door industrieterreinen waar geluidproductieplafonds gelden, maar binnen de daarvoor geldende randvoorwaarden wel voor het indicatief vaststellen of een activiteit op een dergelijk industrieterrein inpasbaar is binnen het geluidproductieplafond.

Voor immissiemetingen volgens methode I.1 gelden de volgende voorwaarden:
– bron- en ontvangerafstanden tot 150 m;
– alle relevante bronnen behorend tot een gedefinieerde bedrijfstoestand moeten tegelijkertijd binnen het meteoraam kunnen worden gemeten;
– de akoestisch relevante bedrijfstoestanden ten behoeve van het bepalen van de 'langtijdgemiddeld deelgeluidniveaus' kunnen eenduidig worden gedefinieerd;
– ter plaatse van de meetlocatie mag er geen significante stoorgeluidbeïnvloeding aanwezig zijn, of moet daarvoor te kunnen worden gecorrigeerd volgens de omschreven methode (zie paragraaf 2.1.1).

Voor overdrachtsberekeningen kan de methode worden toegepast voor afstanden tussen bron en ontvanger tot 500 m mits rekening wordt gehouden met een afnemende nauwkeurigheid bij toenemende afstand tot de geluidbron of activiteit.

De randvoorwaarden van de submethoden worden bij de verschillende hoofdstukken specifiek vermeld.

1.2.2. Toepassingsgebied methode II

In die situaties waarin methode I niet kan worden toegepast, wordt methode II gebruikt. De submethoden van methode II kennen geen algemene beperkingen met betrekking tot afstand, beoordelingshoogte, omvang van activiteiten en spectrale inhoud van het geluid. De desbetreffende randvoorwaarden worden specifiek bij iedere submethode gegeven.

Methode II geldt in principe voor immissiemetingen bij afzonderlijke of combinaties van activiteiten met sterk wisselende bedrijfstoestanden gedurende het jaar, het etmaal of delen daarvan. Ook bij situaties waar sprake is van veel bronnen en objecten wordt methode II gebruikt. Methode II wordt ook toegepast voor het vaststellen van geluid van industrieterreinen waar geluidproductieplafonds gelden.

1.3. Nauwkeurigheid van methode I en II

1.3.1. Vereiste meetnauwkeurigheid

In tabel 1.1 zijn richtwaarden gegeven voor de nauwkeurigheid die gehanteerd moeten worden bij verschillende grootheden. Algemeen uitgangspunt is dat door onnauwkeurigheden in afstanden, geometrieën, tijdsperioden en aflezingen van geluidsmeters of apparatuur die de geluidsgegevens verwerkt, in het eindresultaat geen grotere fout veroorzaakt wordt dan 1 dB.

De grootste fouten treden met name op bij de vaststelling van de tijdsduur van een bedrijfstoestand. In hoeverre deze fouten doorwerken in het eindresultaat hangt af van de relatieve bijdrage van de verschillende bronnen. De te stellen nauwkeurigheid aan de bedrijfsduur hangt dus mede af van de mate waarin een bron bepalend is voor het eindresultaat.

Tabel 1.1 Minimale vereiste nauwkeurigheid

Grootheid	Vereiste nauwkeurigheid
Afstand	5%

Grootheid	Vereiste nauwkeurigheid
Oppervlak	10%
Tijdsperioden	10%
Gemiddelde windsnelheid	30% of 1 m/s
Gemiddelde windrichting	20°
Afleesnauwkeurigheid bij geluidsniveaubepaling	0,5 dB[1]

[1] De afleesnauwkeurigheid speelt geen rol als gebruik wordt gemaakt van integrerende geluidsniveaumeters (L_{eq}-bepaling) met digitale aflezing.

1.3.2. Verwaarlozingscriterium

Als algemene stelregel wordt gehanteerd dat door verwaarlozing van bijdragen tot het geluidniveau het eindresultaat met niet meer dan 1 dB wordt beïnvloed.

De verwaarlozing kan onder meer betrekking hebben op de volgende geluidbijdragen:
– Deelbronnen. Als de gezamenlijke bijdrage van de te verwaarlozen deelbronnen meer dan 7 dB onder het eindresultaat van de berekening ligt, kunnen deze bronnen worden verwaarloosd.
– Bepaalde frequentiebanden (alleen bij methode II). Als de gezamenlijke bijdrage van bepaalde frequentiebanden meer dan 7 dB onder het eindresultaat van de berekening ligt, kunnen deze banden buiten beschouwing worden gelaten. Vaak blijkt dat de geluidsniveaus in de octaafbanden 31,5 en 8.000 Hz voor de bepaling van de geluidsniveaus kunnen worden genegeerd.
– Reflecties. Als aangetoond kan worden dat de totale bijdrage van reflecties meer dan 7 dB onder het reeds bepaalde geluidniveau ligt, kunnen deze worden verwaarloosd.

Er moet op worden toegezien dat door opeenstapeling van verwaarlozingen de algemene stelregel in de eerste zinsnede geen geweld wordt aangedaan.

1.4. Samenvatting methode I en II

Tabel 1.2 Kenmerken van methode I en II

Aspect		Methode I	Methode II
Algemene aspecten	Toepassing	Immissiemetingen (r_i < 1 50 m) bij vergunningverlening en controle hiervan • Controle aan geluidgrenswaarden uit omgevingsplan • Indicatief vaststellen inpasbaarheid activiteiten binnen industrieterrein Emissiemetingen en overdrachtsberekeningen in eenvoudige situaties	Immissiemetingen en emissiemetingen met overdrachtsberekeningen in complexe situaties.
	Stijl van het voorschrift	In principe eenduidige interpretatie, receptmatig	Geeft de randvoorwaarden aan waaraan de gebruikers zich moeten houden, veel keuzevrijheid, maar keuze moet kort en deskundig gemotiveerd worden
	Spectrale gedetailleerdheid	Geen (alleen dB(A)-waarden)	Bij voorkeur in octaafbanden, des gewenst in smallere frequentiebanden
Akoestische aspecten	Stoorgeluid	Correctie mogelijk, mits op eenvoudige wijze uitvoerbaar	Naast correctie ook gebruik van speciale apparatuur voor onderdrukking van stoorgeluidbijdrage
	Meteoraam / meteocorrectie	Ja	Ja, ook mogelijkheid om buiten het meteoraam te meten door verrichten van veel metingen
	Apparatuur / outillage	Geluidniveaumeter IEC 651 type 1 met A-filter, integrerende apparatuur, rekenfaciliteiten, lossless audioregistratie	Als bij methode I, eventueel aangevuld met: sm alle band-analyse, trillingmeters, richtingsgevoelige microfoons, FFT, intensiteitsmeetapparatuur, correlatiemeetmethoden, antennetechnieken

Aspect		Methode I	Methode II
Immissie	Immissiemeting	• In dB(A) • Minimum aantal metingen, energetisch gemiddelde	• Als methode I • In dB(A), ook in octaafbanden, desgewenst in smallere banden
	Extrapolatiemethode	Dempingsterm voor geometrische uitbreiding, luchtdemping en bodemverzwakking in dB(A)	Correctieterm met alle relevante termen uit het overdrachtsmodel
Emissie	Geconcentreerde bronnen	Ja, binnen randvoorwaarden	Ja, binnen randvoorwaarden
	Rondom-methode	Nee	Toepasbaar onder bepaalde randvoorwaarden aan richtingsafhankelijkheid en terreinoppervlak
	Aangepast meetvlak	Ja, binnen randvoorwaarden	Ja
	Andere methoden	Nee	Geeft randvoorwaarden en aanwijzingen omtrent specialistische emissiemethoden. Specifiek o.a.: • de mogelijkheid geluidoverdracht door gebouwwanden te berekenen • snelheidsmetingen op vlakken • intensiteitsmetingen
Overdracht	Overdrachtsmodel	Geometrische uitbreiding, luchtdemping, eenvoudige reflecties, ten hoogste één scherm met eenvoudige geometrie en maximum verzwakking 5 dB (indicatief en conservatief), bodemverzwakking	Geometrische uitbreiding, luchtdemping, reflecties, afscherming (meer schermen, maximum 20 dB verzwakking per scherm), vegetatie, afscherming op fabrieksterrein, bodemverzwakking
	Meten van overdracht	Nee	Ja (substitutiemethode)
	Hybride methoden	Nee	Door vergelijking van meet- en berekeningsresultaten kunnen deskundigen de lokale situatie beter in rekening brengen dan dit op grond van een algemeen overdrachtsmodel kan geschieden

2 Metingen en vaststellinggeluidvermogen

2.1. Aspecten bij uitvoering van metingen

2.1.1. Stoorgeluid

Algemeen

Stoorgeluid is al het geluid, dat niet van de te onderzoeken bron afkomstig is. Het geluid van de te onderzoeken bron wordt signaal genoemd. De sterkte van het stoorgeluid bepaalt mede de toe te passen methode. Stoorgeluid kan namelijk het met en op kortere afstand van de bron noodzakelijk maken. Geluid van een (deel)bron is immers alleen te bepalen als zó dicht bij de (deel)bron wordt gemeten, dat het signaal het stoorgeluid afkomstig van de andere (deel)bronnen overheerst. Als lage geluidniveaus worden gemeten (30-50 dB(A)) is ook stoorgeluid veroorzaakt door de wind van belang: direct door windruis op het microfoonkapsel, indirect door het ruisen van bomen en dergelijke. Vooral als het signaal in enkele octaafbanden is geconcentreerd, kan, hoewel dit signaal goed hoorbaar is, het geluidniveau in dB(A) toch mede bepaald worden door wind. Daarnaast kunnen geluiden van natuurlijke oorsprong in een octaafband aan zienlijke stoorniveaus opleveren (vogelgetsjilp: 4 kHz).

De bijdrage van het stoorgeluid is en blijft een onzekere factor. Daarom is het vereist de meetmethode en de meetcondities zo te kiezen, dat de invloed van het stoorgeluid minimaal is. Bij alle metingen moet het stoorgeluid kwalitatief worden beoordeeld.

Vermijden van stoorgeluid

Bij de selectie van de meetmethoden en het uitvoeren van de metingen wordt veel aandacht besteed aan het vermijden van stoorgeluid door:

– een geschikte plaats en tijdstip voor het uitvoeren van de metingen te kiezen (bijvoorbeeld rond een continu bedrijf, in verband met verkeerslawaai, 's nachts meten);

– de metingen te onderbreken tijdens incidenteel optredende stoorgeluiden, zoals passerend verkeer, vogels e.d.;
– geluidbronnen, met uitzondering van de te onderzoeken bron, uit te schakelen;
– het gebruik van speciale apparatuur, zoals richtmicrofoons en intensiteitsmeters. Dit wordt in methode II behandeld.

Voor de beoordeling van het stoorgeluid is de microfoonpositie maatgevend. Op oorhoogte kan door afscherming en bodemeffecten een geheel andere geluidsituatie heersen dan bijvoorbeeld op 5 m hoogte.

Als het niet mogelijk is het stoorgeluid te vermijden dan bieden zowel methode I als methode II de mogelijkheid te corrigeren voor het stoorgeluid.

Stoorgeluidcorrectie

De stoorgeluidcorrectie is beperkt tot ten hoogste 3 dB op het totale niveau of 7 dB in een octaafband (methode II). In het laatste geval wordt door deze correctie het totale niveau niet met meer dan 3 dB gecorrigeerd.

Het niveau van het stoorgeluid moet zo mogelijk op verschillende manieren worden vastgesteld, onder andere door (in volgorde van afnemende nauwkeurigheid):
– de te onderzoeken bron, zo mogelijk intermitterend, aan en uit te zetten. Met name als het stoorgeluid niet constant in de tijd is, kan door het intermitterend aan- en uitzetten van de bron in meerdere perioden het stoorgeluid worden vastgesteld;
– tegelijkertijd onder identieke omstandigheden het stoorgeluid te meten op een punt, dat verder van de bron verwijderd is (bijvoorbeeld op grotere afstand van activiteiten, maar op vergelijkbare afstand tot de verkeersweg als stoorgeluidbron);
– emissiemetingen nabij de stoorbronnen te verrichten en de geluidbijdrage daarvan op het immissiepunt door middel van overdrachtsberekeningen te bepalen.

Voor de wijze van uitvoeren van de stoorgeluidcorrectie wordt verwezen naar paragraaf 2.2.3.

2.1.2. Weeromstandigheden en meteoraam

De weersomstandigheden tijdens de metingen mogen een betrouwbare werking van de apparatuur niet in de weg staan of tot een geluidoverdracht leiden die niet als representatief te beschouwen is. Metingen bij regen, sneeuw, mist of extreem lage of hoge temperatuur moeten daarom worden vermeden.
Windgeruis (direct en indirect door ritselen van bladeren) mag de meting niet beïnvloeden. Als algemene richtlijn geldt dat het windgeruisniveau tenminste 7 dB onder het te meten geluidniveau moet liggen bij het uitvoeren van geluidmetingen.

Als extra richtlijn gelden de in tabel 2.1 gegeven maximale windsnelheden bij geluidmetingen. Voor windgeruis (als vorm van stoorgeluid) wordt in methode I niet gecorrigeerd.

In buitensituaties moet echter altijd de windbol worden gebruikt.

Tabel 2.1 Ten hoogste toegestane windsnelheid op microfoonhoogte (richtwaarden)

Geluiddrukniveau groter dan	[dB (A)]	30	40	50	60
Windsnelheid tijdens de meting kleiner dan	[m/s]	2	4	6	8

De meteorologische omstandigheden waaronder metingen mogen worden uitgevoerd, zijn gedefinieerd in het meteoraam voor industrielawaai (zie paragraaf 2.2.2).

2.1.3. Typen geluid

Het onderscheiden van het type geluid is van belang voor de wijze waarop geluidmetingen uitgevoerd moeten worden, bijvoorbeeld ten aanzien van de meetduur en de meetinstrumenten. Daarnaast is dit onderscheid van belang voor het eventueel toepassen van toeslagen (zie paragraaf 4.3).

Bij de karakterisering van industriegeluid onderscheidt deze meet- en rekenmethode geluid industrie de volgende typen geluid.

Continu geluid

Een geluid met verwaarloosbaar kleine niveauvariaties. Voor gebruik in het kader van deze meet- en rekenmethode geluid industrie wordt een spreidingsbreedte kleiner dan circa 6 dB aangehouden. Zie figuur 2.1.a.

Fluctuerend geluid

Een geluid waarvan het niveau voortdurend en in belangrijke mate varieert. De variaties kunnen zowel periodiek als niet-periodiek zijn. Zie figuur 2.1.b en figuur 2.1.c.

Intermitterend geluid

Een geluid waarvan het niveau meerdere keren en vaak min of meer regelmatig abrupt terugvalt tot wezenlijk lagere niveaus, bijvoorbeeld dat van het omgevingsgeluid, waarbij het geluidniveau tijdens de verhoging continu is, en aanhoudt gedurende een periode van 1 seconde of meer. Zie figuur 2.1.d.

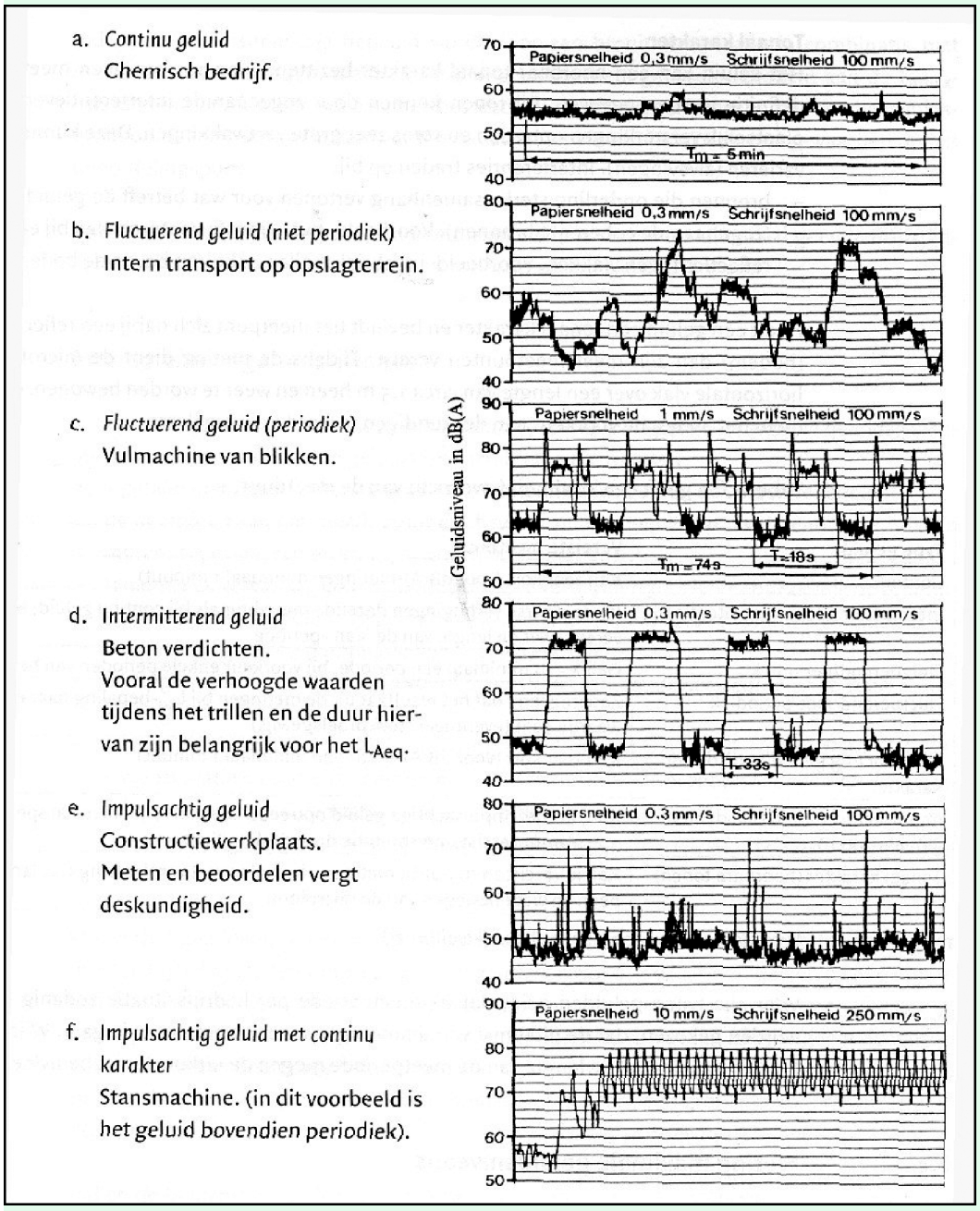
Impulsachtig geluid

Een geluid dat bestaat uit geluidstoten, die minder dan 1 seconde duren. Zie figuur 2.1.e.

Impulsachtig geluid met continu karakter

Een opeenvolging van geluidstoten van vergelijkbaar niveau met tussenpozen van ten hoogste 0,2 seconde. Zie figuur 2.1.f.

Het meten en analyseren van impulsachtig geluid verdient de nodige aandacht. De bijdrage van impulsachtig geluid kan bijvoorbeeld met een aantal typen instrumenten niet correct worden gemeten. De zogenoemde crestfactor van de apparatuur kan onvoldoende zijn (indicatie op de meetapparatuur: overload).



Figuur 2.1 Voorbeelden van typen geluiden

De hierboven aangegeven karakterisering heeft betrekking op het verloop van het geluidniveau in de tijd. Daarnaast is de frequentie-inhoud van belang.

Tonaal karakter

Het geluid kan een hoorbaar tonaal karakter bezitten. Hiervoor kan geen sluitende meettechnische definitie worden gegeven. Bij tonen kunnen door zogenoemde interferentieverschijnselen plaatselijk versterkingen optreden en soms zeer grote verzwakkingen. Deze kunnen in de tijd variëren (zwevingen). Interferenties treden op bij:

– bronnen die onderling sterke samenhang vertonen voor wat betreft de geluiduitstraling (zogenoemde coherente bronnen). Voorbeeld: twee transformatoren vlak bij elkaar;
– reflecties tegen vlakken. Voorbeeld: in fabriekshallen of buiten boven de bodem.

Als het geluid op het meetpunt hoorbaar een tonaal karakter heeft, moet de microfoon tijdens de meting in het horizontale vlak tenminste twee keer langzaam heen en weer worden bewogen om het gemiddelde niveau te bepalen. De 'zwaaiafstand' hangt af van de golflengte λ van de zuivere tonen in het te meten geluid en bedraagt ten minste een kwart golflengte. Een zwaaiafstand van circa 1,5 m is in het algemeen voldoende.

Tabel 2.2 geeft een kwalitatief overzicht van de meetduur.

Tabel 2.2 Vereiste meetduur voor typen geluid (kwalitatief)

Type geluid	Vereiste meetduur
Continu	Kan zeer kort (voor dB(A)-metingen ten minste 1 minuut)
Intermitterend (aan /uit situatie)	Bij de diverse verhogingen dezelfde meetduur als bij continu geluid; kennis vereist over de lengte van de 'aan'-periode
Fluctuerend/periodiek	Gelijk aan ten minste één periode, bij voorkeur enkele perioden van het ge luid
Fluctuerend/niet-periodiek	Zodanig lang dat het resultaat uit de metingen bij L_{eq} -bepaling naar één waarde gaat (eventueel steekproefsgewijs)
Impulsachtig geluid met continu karakter	Kan zeer kort (voor dB(A)-metingen ten minste 1 minuut)
Impulsachtig geluid (incidentele geluidstoten)	Kan, als het impulsachtige geluid optreedt, zeer kort zijn. Meestal speciale apparatuur vereist, interpretatie door deskundigen
Tonaal karakter (hoorbare tonen)	Kan kort (circa 1 minuut), metingen herhalen met verplaatsing of langzaam heen en weer bewegen van de microfoon

Voor alle typen geluiden geldt dat de meetperiode per bedrijfssituatie zodanig lang moet worden gekozen, dat de uitkomst van de meting naar een vaste waarde gaat. Wijzigingen in het begintijdstip of de lengte van de meetperiode mogen de uitkomst niet beïnvloeden.

2.1.4. Meting maximale geluidniveaus

Bij immissiemetingen onder meteoraamcondities worden de maximale geluidniveaus L_{Amax} uit de hoogste meteraflezingen afgeleid door toepassing van de meteocorrectieterm (zie paragraaf 4.4.3). De meteocorrectieterm wordt toegepast voor de bron die bepalend is voor L_{Amax}, rekening houdend met de bronhoogte en afstand van die bron tot het meetpunt.

De bedrijfstoestanden die bepalend zijn voor de equivalente geluidimmissieniveaus hoeven niet bepalend te zijn voor de maximale geluidniveaus. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als regelmatig terugkerende en luidruchtige gebeurtenissen, zoals het verwisselen van stalen afvalcontainers, op een andere dag plaatsvinden dan op de dag waarop de representatieve bedrijfssituatie optreedt.

Als de geluidimmissie bepaald wordt door een broninventarisatie in combinatie met overdrachtsberekeningen, moet bij de brongerichte metingen ook aandacht aan de L_{Amax}-waarden van de afzonderlijke bronnen worden besteed. Dit geldt met name voor die geluidbronnen waarvan verwacht kan worden dat deze bepalend zijn voor de L_{Amax}-waarden op het beoordelingspunt.

Daarnaast wordt bij de bepaling van de maximale geluidniveaus uiteraard geen bedrijfstijdcorrectie toegepast bij niet-continu in bedrijf zijnde bronnen.

2.2. Directe immisiemetingen

2.2.1. Algemeen

Het doel van deze methode is het bepalen van het geluidimmissieniveau onder het toepassingsbereik (zie hoofdstuk 1) genoemde voorwaarden door metingen direct op het beoordelingspunt, dan wel door metingen op een alternatief punt met een extrapolatieberekening naar het beoordelingspunt.

De onderzoeksresultaten die gebaseerd zijn op meting en die verricht zijn op het beoordelingspunt zullen in het algemeen nauwkeuriger zijn dan de resultaten gebaseerd op metingen die verricht zijn op een alternatief punt in combinatie met extrapolatie-berekeningen. De extrapolatie-berekening introduceert namelijk een extra onnauwkeurigheid.

De immissiemetingen kunnen ofwel in dB(A)-waarden (methode I) of in de octaafbandfrequenties 31,5 Hz – 8.000 Hz en/of eventueel smalbandiger (methode II) worden uitgevoerd.

Als stoorgeluid niet van belang is en de bedrijfstoestand van de bron eenduidig is, verdient de immissiemeetmethode de voorkeur boven andere methoden.

2.2.2. Weersomstandigheden (meteoraam)

Door meteorologische invloeden kan de geluidoverdracht sterk variëren, met name bij afstanden $r_i > 50$ m. Bij afstanden die voldoen aan het criterium $r_i \leq 50$ m en $r_b \leq 10\ (h_o + h_m)$ mag onder alle meteorologische omstandigheden gemeten worden. De weersomstandigheden mogen een betrouwbare werking van de apparatuur evenwel niet belemmeren. Metingen bij regen, sneeuw, mist of extreem lage temperatuur moeten om deze reden zoveel mogelijk worden vermeden. Ook metingen tijdens heldere dagen met hoge temperaturen moeten worden vermeden vanwege onbekende temperatuurseffecten op de geluidoverdracht door warmteafstraling. Ook mag windgeruis de metingen niet beïnvloeden. Als richtlijn geldt dat windgeruis tenminste 7 dB onder het signaal moet liggen.

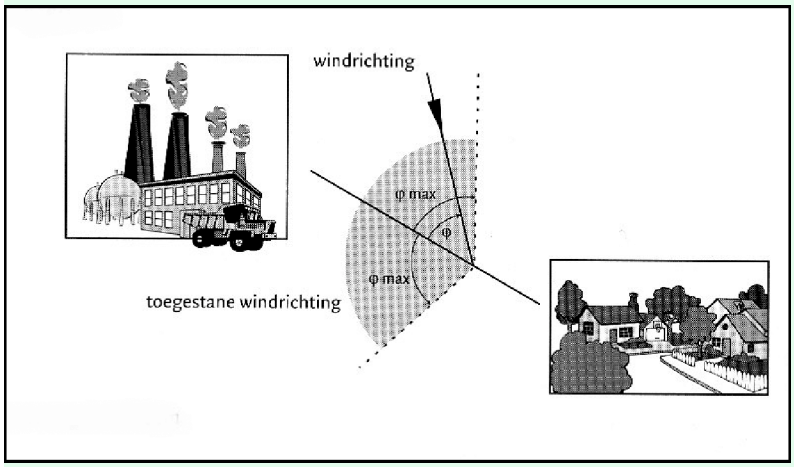
Metingen op grotere afstanden moeten echter onder specifieke meteorologische omstandigheden worden verricht. Deze omstandigheden worden `meteoraamcondities' genoemd; de randvoorwaarden hierbij zijn in tabel 2.3 gedefinieerd.

Tabel 2.3 Meteoraam industrielawaai

Betreft		Toegestane windsnelheid op 10 m hoogte [m/s]	Toegestane maximum windhoek φ [°]
Meteorologische dag	oktober tot en met mei	> 1	60
	juni tot en met september	> 2	60
Meteorologische nacht	meer dan 1/8 bewolkt	> 1	60
	minder dan 1/8 bewolkt	> 0	60

Definities van grootheden die voor het vaststellen van het meteoraam van belang zijn:

–gemiddelde windsnelheid:	de gemiddelde windsnelheid in het open veld (buiten het invloedsgebied van obstakels) op 10 m hoogte op of nabij de meetlocatie. De windsnelheid wordt bepaald uit metingen tussen 2 en 10 m hoogte. De gemeten snelheid op 2 m hoogte moet met 1,4 en de snelheid op 5 m hoogte met 1,2 vermenigvuldigd worden;
–gemiddelde windrichting:	deze wordt gemeten buiten de invloed van obstakels in het vrije veld. De meethoogte kan vrij gekozen worden tussen 2 en 20 m;
–windhoek φ:	hoek tussen de lijn van bron naar immissiepunt en de gemiddelde windrichting (zie figuur 2.2);
–meteorologische dag:	periode tussen een uur na zonsopgang en een uur voor zonsondergang;
–meteorologische nacht:	periode tussen een uur voor zonsondergang en een uur na zonsopgang.



Figuur 2.2 Toelichting meteoraam

De wijze waarop de meteocorrectieterm berekend moet worden, is uiteengezet in paragraaf 4.4.

2.2.3. Stoorgeluidcorrectie

Als de immissiemeting is beïnvloed door stoorgeluid, wordt uit het gemeten niveau L_i^* (inclusief stoorgeluid) en het gemeten of berekende niveau van het stoorgeluid L_{stoor} het gestandaardiseerde immissieniveau L_i berekend volgens de formules:

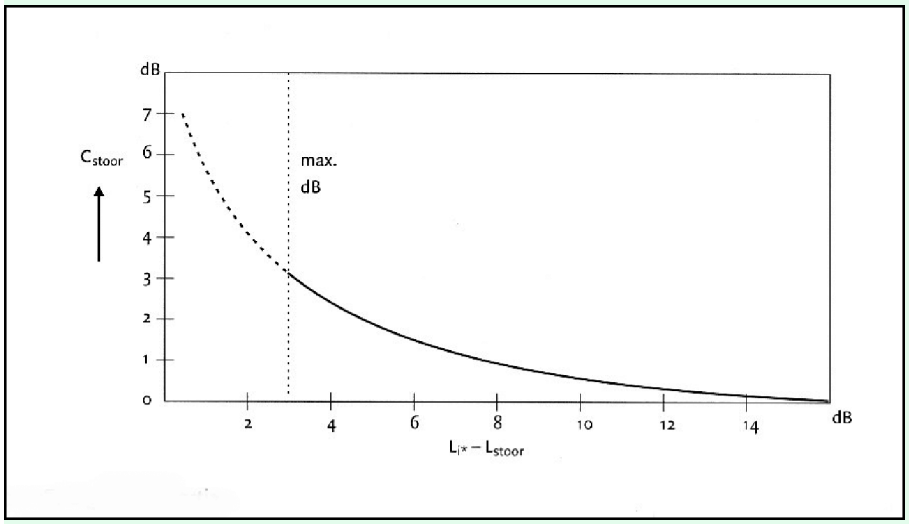
$$L_i = L_i^* - C_{stoor} \quad (2.1)$$

$$C_{stoor} = -10log\left(1 - 10^{\frac{(L_{stoor} - L_i^*)}{10}}\right) \quad (2.2)$$

De stoorgeluidcorrectie C_{stoor} wordt op elke meting afzonderlijk toegepast.

De stoorgeluidcorrectie kan ook worden afgelezen van figuur 2.3. Hier is op de horizontale as het verschil uitgezet tussen het gemeten geluidniveau van de bron met stoorgeluid L_i^* en het apart bepaalde stoorgeluidniveau L_{stoor}. Op de verticale as is de correctie weergegeven waarmee het gemeten geluidniveau L_i^* moet worden verlaagd om het geluidniveau L_i van alleen de bron te bepalen.

De stoorgeluidcorrectie is beperkt tot ten hoogste 3 dB op het totale niveau of bij toepassing van methode II ook 7 dB in een octaafband. In het laatste geval wordt door deze correctie het totale niveau niet met meer dan 3 dB gecorrigeerd.



Figuur 2.3 Stoorgeluidcorrectie

2.2.4. Keuze meetlocatie

Keuze van de meetlocatie

De gekozen meethoogte moet zoveel mogelijk overeenkomen met de beoordelingshoogte. Als de beoordelingshoogte niet nader is gespecificeerd, geldt voor de meethoogte uit het oogpunt van reproduceerbaarheid de volgende uitgangspunten.

Tabel 2.4 Meethoogte h_m (bij ontbreken van specificaties)

Meetafstand r_i [m]	Meethoogte h_m [m]
≤ 50	≥ 1,5 (voorkeur: 5)
> 50	≥ 5[1]

[1] Om het geluidimmissieniveau ter hoogte van woongebouwen te bepalen moet voor de gevel van de hoogste verdieping waar zich geluidgevoelige ruimten bevinden, worden gemeten op 2/3 verdiepingshoogte. Als echter aannemelijk kan worden gemaakt dat het geluidniveau niet relevant met de hoogte zal toenemen, kan met een meting op 5 m hoogte worden volstaan. Voor éénlaagsbebouwing kan de meethoogte kleiner zijn dan 5 m.

Reflecties

Tenzij uitdrukkelijk anders aangegeven wordt zo mogelijk het invallend geluidniveau gemeten. Als het immissieniveau vóór een gevel moet worden bepaald, wordt op een afstand van 2 m voor het verticale vlak gemeten. Alle vlakken met een elevatie van α = 70° of meer worden als verticaal beschouwd. Als de elevatie minder dan 70° is, wordt er procedureel van uitgegaan dat er geen reflectie plaatsvindt en wordt geen gevelcorrectieterm toegepast (zie paragraaf 4.4.1).

Als het geluid (brom-)tonen bij lagere frequenties bevat, bijvoorbeeld bij transformatorstations, moet de microfoon tijdens de meting rustig over een bereik van circa 1,5 m heen en weer worden gezwaaid. Algemeen kan gesteld worden dat als het geluidniveau gedomineerd wordt door componenten in de onderste vier octaafbanden (31,5 tot en met 250 Hz band) deze zwaaitechniek aan te bevelen is.

2.2.5. Methode I

2.2.5.1. Meetapparatuur

Voor het verrichten van metingen moet men ten minste beschikken over:
– een precisie geluidniveaumeter met A-filter volgens de specificaties voor class 1 van NEN-EN-IEC 61672-1, met een rondomgevoelige microfoon;

– een voorziening voor de bepaling van het equivalent geluidniveau op basis van continue integratie van het signaal ('real time'), dan wel het bemonsteren van het signaal met tijdsintervallen die kleiner zijn dan de tijdconstante van het meetsysteem (bij het meten van impulsgeluiden moet de 'crestfactor' voldoende hoog zijn); daartoe kan een integrerende geluidniveaumeter volgens NEN-EN-IEC 61672-1 gewenst zijn;
– een windkap of een windbol; en
– een windsnelheidsmeter, tenzij op andere wijze betrouwbare informatie over windsnelheden verkregen kan worden.

De geluidniveaumeter moet de mogelijkheid bieden de microfoon los te koppelen van de meter om de microfoon op een statief (tot 5 m hoogte) te kunnen plaatsen. De aanwezigheid van een aansluiting voor een koptelefoon verdient aanbeveling, daar geluidniveaus op 5 m hoogte wezenlijk kunnen verschillen van die op 'oorhoogte'. In sommige gevallen kan het gebruik van een windsnelheidsmeter zinvol zijn.

Voor en na iedere meetserie moet de geluidniveaumeter, inclusief de microfoon en aangesloten kabel(s), worden gekalibreerd met behulp van een akoestische ijkbron die een constant signaal (binnen 0,5 dB) afgeeft. Als na afloop van de meetserie bij het kalibreren blijkt dat het meetsysteem niet betrouwbaar is (afwijking ten opzichte van het constante signaal is groter dan 0,5 dB), moeten de metingen opnieuw uitgevoerd worden.

De geluidniveaumeter en de ijkbron worden tenminste iedere twee jaar uitgebreid getest in een daartoe uitgerust laboratorium.

Het eigen ruisniveau van de meter moet tenminste 6 dB lager zijn dan het niveau van het te meten signaal. Er moet op een goed functioneren van het meetsysteem worden gelet, met name als metingen worden uitgevoerd tijdens weersomstandigheden met zeer hoge luchtvochtigheid en zeer lage temperaturen.

2.2.5.2. Vaststelling van de bedrijfssituatie

De bedrijfssituatie wordt gedefinieerd als die situatie waarbij de geluidsituatie kenmerkend is voor de te beoordelen periode. In de meest eenvoudige situatie is de bedrijfstoestand tijdens de meting gelijk aan de bedrijfssituatie gedurende een gehele beoordelingsperiode. De beoordelingsgrootheden $L_{Ar,LT}$ en L_{Amax} kunnen dan rechtstreeks uit ten minste één meting verkregen worden.

In andere situaties zullen verschillende bedrijfstoestanden tezamen de voor de geluidbeoordeling relevante bedrijfssituatie vormen. De immissiemetingen worden in dit geval uitgevoerd tijdens elke bedrijfstoestand. Er moet dan wel sprake zijn van reproduceerbare bedrijfstoestanden. Uit de metingen wordt per bedrijfstoestand het langtijdgemiddeld deelgeluidniveau en het maximale geluidniveau bepaald. Uit deze waarden worden vervolgens de beoordelingsgrootheden $L_{Ar,LT}$ en L_{Amax} afgeleid.

2.2.5.3. Uitvoering van de geluidmetingen

Meetduur

Om de overdrachtsvariaties voldoende uit te middelen, moet de meetduur voor metingen op een afstand tot 50 m tenminste 1 minuut bedragen. Voor afstanden tot 150 m bedraagt de meetduur tenminste 3 minuten. In bepaalde gevallen kan het noodzakelijk zijn veel langer te meten, bijvoorbeeld vanwege het karakter van het te meten geluid en/of de cyclusduur van bepaalde bedrijfsactiviteiten.

Meestal is het niet mogelijk, of zal het niet noodzakelijk zijn, om gedurende de gehele beoordelingsperiode(n) te meten. Volstaan kan worden met een meettijd waarbinnen de geluidemissie van de beschouwde bedrijfstoestand voldoende nauwkeurig is vastgesteld. Als het niet mogelijk is binnen een zekere meetduur een representatieve bedrijfstoestand te definiëren, moet ofwel de bedrijfstoestand ofwel de meetduur worden aangepast.

Het kan van belang zijn langer dan de zuivere meetduur op de locatie aanwezig te blijven om een zo goed mogelijke indruk van de geluidsituatie ter plaatse te verkrijgen.

Bij de vaststelling van stoorgeluid wordt gedurende een relatief lange periode gemeten, ook vanwege het uitmiddelen van overdrachts- en stoorgeluidvariaties.

Aantal metingen

Als de afstand r_i tussen het broncentrum en de meetlocatie kleiner is dan of gelijk is aan 50 m kan per bedrijfstoestand met één meting volstaan worden.

Vanwege mogelijke variaties in de geluidoverdracht tijdens de meetduur worden bij metingen op grotere ≤ 150 m) ten minste twee metingen voorgeschreven. In tabel 2.5 is een en ander ten aanzien van afstanden ($50 < r_i \leq 150$ m) samengevat.

Tabel 2.5 Minimumaantal metingen

Meetafstand r_i [m]	Minimum aantal metingen
$r_i \leq 50$	1
$50 < r_i \leq 150$	2

Als voor dezelfde bedrijfstoestand meer dan 1 meting moet worden verricht, moet tussen de metingen ten minste 4 uur tijdverschil bestaan, zodat van een andere meteorologische situatie kan worden gesproken, tenzij aannemelijk kan worden gemaakt dat meerdere metingen geen andere conclusies zullen geven.

De meetresultaten worden na stoorgeluidcorrectie per bedrijfstoestand energetisch gemiddeld. In situaties waarbij als gevolg van meteorologische variaties een meetresultaat van de desbetreffende bedrijfstoestand 5 dB of meer onder het energetisch gemiddelde ligt, wordt deze vervangen door het resultaat van een nieuwe meting.

2.2.5.4. Bepaling gestandaardiseerd immissieniveau L_i

Op het immissie(meet)punt wordt voor elke gedefinieerde bedrijfstoestand het equivalente geluidniveau gemeten. Als tijdens een bedrijfstoestand meerdere meting zijn uitgevoerd, wordt het aantal verrichte (geldige) geluidmetingen, zo nodig per meting gecorrigeerd voor het stoorgeluid (zie paragraaf 2.2.3), door energetische middeling het gestandaardiseerde immissieniveau L_i bepaald. De energetische middeling van geluidniveaus wordt algemeen bepaald volgens de formule:

$$L_i = 10log\left(\frac{1}{N}\sum_{x=1}^{N} 10^{\frac{L_x}{10}}\right) \quad (2.3)$$

waarbij wordt verstaan onder:

N = Aantal metingen
L_x = equivalente geluidniveau van meting x

Omdat het immissieniveau vastgesteld wordt onder meteoraamcondities, wordt dit niveau het gestandaardiseerde immissieniveau L_i genoemd.

2.2.5.5. Vaststelling gestandaardiseerd immissieniveau via meting op een alternatief punt

Het alternatieve punt is een punt dat gekozen wordt als het beoordelingspunt niet bruikbaar is als meetlocatie (vanwege stoorgeluid, bereikbaarheid, lokale omstandigheden). Het immissie(meet)punt is dan gelegen op het gekozen alternatieve punt. Uit het op het alternatieve punt vastgestelde geluidniveau kan door extrapolatieberekeningen het beoordelingsniveau op het beoordelingspunt berekend worden.

De locatiekeuze voldoet aan de volgende voorwaarden:
– $r_{alt} \geq 1{,}5d$ en $r_{alt} < 150$ m,
  waarbij wordt verstaan onder:
  r_{alt} = afstand van het broncentrum tot het alternatieve punt;
  d = grootste afmeting van de bron of het brongebied

– zowel vanuit het beoordelingspunt als vanuit het alternatieve punt is er vrij zicht op de bron. De overdrachtswegen (bodem) van de bron tot het alternatieve punt en vanuit de bron tot het beoordelingspunt mogen niet significant van elkaar afwijken;
– het op het alternatieve punt te meten geluidniveau mag niet significant worden beïnvloed door geluidbijdragen van reflecterende vlakken (gebouwen) buiten het brongebied. Het alternatieve punt mag dan ook niet in de nabijheid van belangrijk reflecterende vlakken zijn gelegen;
– de meethoogte h_m op het alternatieve punt is bij voorkeur 5 m boven het plaatselijk maaiveld.

Op het alternatieve punt wordt voor elke gedefinieerde bedrijfstoestand het equivalente geluidniveau gemeten. Als tijdens een bedrijfstoestand meerdere metingen zijn uitgevoerd, wordt uit het aantal verrichte (geldige) geluidmetingen, zo nodig per meting gecorrigeerd voor stoorgeluid (zie paragraaf 2.2.3.), door energetische middeling het gestandaardiseerd immissieniveau $L_{i,alt}$ bepaald (volgens vergelijking 2.4).

Uit dit op het alternatieve punt berekende gestandaardiseerde immissieniveau $L_{i,alt}$ wordt het op het beoordelingspunt te verwachten gestandaardiseerde immissieniveau berekend volgens de formules:

$$L_i = L_{i,alt} - C_{alt} \quad (2.4)$$

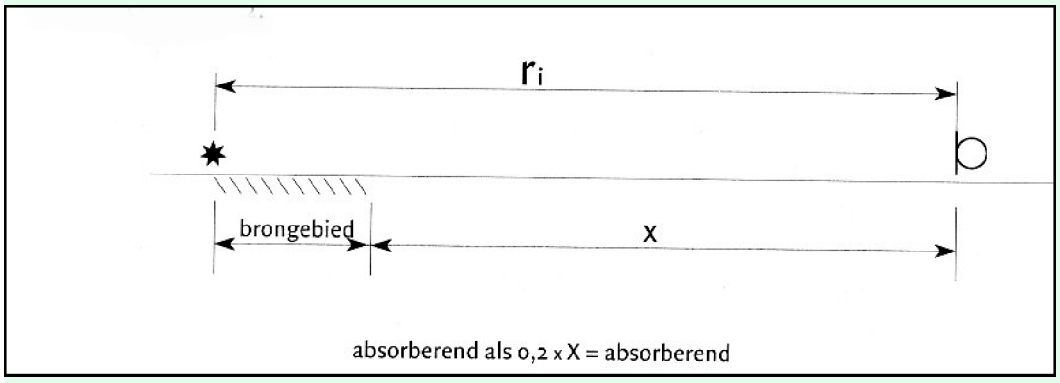
$$C_{alt} = 20 \log\left(\frac{r_i}{r_{alt}}\right) + 0{,}004(r_i - r_{alt}) + K_4 \quad (2.5)$$

waarbij wordt verstaan onder:

K_4 = 0 dB voor een beoordelingspunt boven:
– een harde bodem
– een absorberende bodem met $h_0 \geq 2{,}5$ m

K_4 = 1,5 dB voor een beoordelingspunt boven een absorberende bodem met $h_0 \leq 2{,}5$ m

N.B. Een beoordelingspunt ligt boven een absorberende boden als het gebied tussen het brongebied en het beoordelingspunt voor meer dan 20% als absorberende te kenmerken is; zie figuur 2.4.



Figuur 2.4 Definitie absorberende bodem bij beoordelingspunt

2.2.6. Methode II.1

2.2.6.1. Algemeen

De methode voorziet in een directe meting van het geluid in de buitenlucht waarna het meetresultaat nog gecorrigeerd kan worden voor stoorgeluid. In incidentele gevallen kan het gewenst zijn het meetresultaat ook nog te corrigeren voor een temperatuur en luchtvochtigheid in een standaardatmosfeer. De geluidniveaus worden dan bepaald voor de situatie met 10 °C en 80% relatieve vochtigheid. Voor de afwijkende omstandigheden tijdens de metingen wordt gecorrigeerd op basis van ISO 9613-I. Deze correctie is van belang als frequenties boven de 500 Hz het geluidniveau bepalen en er sprake is van (zeer) grote afstanden.

Methode II.1 kan ook gevolgd worden, als voor het bepalen van het geluidvermogen metingen moeten worden uitgevoerd op grotere afstand van de bron.

Er zijn geen algemene beperkingen aan het toepassingsgebied. Wel kan stoorgeluid of de mogelijkheid om de representatieve bedrijfssituatie eenduidig vast te stellen, de toepassing bemoeilijken of onmogelijk maken.

2.2.6.2. Meetapparatuur

- een precisie geluidniveaumeter volgens de specificaties voor Class 1 van NEN-EN-IEC 61672-1 met een rondomgevoelige microfoon;
- een voorziening voor de bepaling van het equivalent geluidniveau op basis van continue integratie van het signaal ('real time'), dan wel het bemonsteren van het signaal met tijdsintervallen die kleiner zijn dan de tijdconstante van het meetsysteem (bij het meten van impulsgeluiden moet de 'crestfactor' voldoende hoog zijn);
- een windkap of een windbol;
- een windsnelheidsmeter, tenzij op andere wijze betrouwbare informatie over windsnelheden verkregen kan worden.

Voor metingen op grotere afstand is het van belang, dat ook de relatieve vochtigheid en de temperatuur wordt vastgesteld. Deze vaststelling kan plaatsvinden door metingen ter plaatse of het raadplegen van actuele meteogegevens verzorgd door derden.

Ook kunnen digitale analysesystemen worden gebruikt die door snelle bemonstering van tijdsignalen geluiddrukken kunnen meten. De microfoons, voorversterkers en functionaliteit van de software moeten voldoen aan de eisen uit de genoemde IEC-publicatie.

Voor vele meetsituaties is het gewenst te beschikken over:
- een integrerende geluidniveaumeter volgens NEN-EN-IEC 61672-1;
- een mogelijkheid om het geluidsignaal op te nemen. Het bestandsformaat van de opname moet zonder compressie werken (bijvoorbeeld .wav) of met 'lossless' compressie (bijvoorbeeld .flac, .wma lossless). Bij compressietechnieken op basis van psycho-akoestische principes gaat informatie verloren. Bestandsformaten die van dergelijke compressietechnieken gebruik maken, zijn niet toegestaan (dus bijvoorbeeld geen .mp3, .wma lossy, .aac). Tijdens de opname wordt bij voorkeur ook het geluidniveau (in dB(A)) afgelezen en geregistreerd;
- een hoofdtelefoon voor het afluisteren van het signaal tijdens de metingen;
- een microfoonstatief tot 10 m hoogte;
- octaafbandfilters volgens de specificatie van NEN-EN-IEC 61260-1. De middenfrequenties van de octaafbanden worden gekozen volgens ISO 266 en omvatten de banden 31,5 Hz tot en met 8.000 Hz.

Voor en na iedere serie metingen wordt het gehele meetsysteem, inclusief microfoons en kabels, op de voor de apparatuur voorgeschreven wijze gekalibreerd met een akoestische ijkbron, die binnen een marge van 0,5 dB een constant signaal geeft. Als na afloop van de meetserie bij het kalibreren blijkt dat het meetsysteem niet betrouwbaar is (de afwijking ten opzichte van het constante signaal is groter dan 0,5 dB), moeten de metingen opnieuw worden uitgevoerd. Bij langdurige metingen is het aan te raden om ook tussendoor nog eens het meetsysteem te kalibreren.

Ook wordt het gehele systeem, inclusief ijkbron(nen), tenminste iedere twee jaar uitgebreid en controleerbaar getest.

2.2.6.3. Vaststelling van de meetcondities

Brongeometrie en bedrijfssituatie

Van de te onderzoeken activiteit wordt allereerst het gebied met de relevante bronnen vastgesteld. Dit is het brongebied. De grootste afmeting binnen het brongebied is de brondiameter *d*. Vervolgens wordt het broncentrum en de bronhoogte h_b bepaald. Het broncentrum is het 'akoestisch zwaartepunt' van het gebied met de relevante bronnen voor het betreffende immissiepunt.

Meestal kan hiervoor het midden van het brongebied worden gekozen, maar als de maatgevende bronnen sterk excentrisch liggen kan een betere keuze worden gemotiveerd. De bronhoogte h_b is de hoogte van dit akoestische zwaartepunt boven het maaiveld. Tenslotte wordt de meetafstand r_i bepaald. Dit is de afstand tussen het immissiepunt en het broncentrum.

De bedrijfssituatie van de te meten bronnen moet zo exact mogelijk worden vastgelegd, maar niet uitgebreider dan nodig. Het gaat om de kenmerken die voor geluid van belang zijn. Het kan bijvoorbeeld ten behoeve van de metingen en analyse van de bedrijfssituatie nodig zijn diverse bedrijfstoestanden te definiëren, waaruit de beschouwde bedrijfssituatie wordt opgebouwd.

Vastgesteld moet worden of de bedrijfssituatie of bedrijfstoestanden representatief zijn voor het doel van de meting.

Als het in een bepaalde situatie niet mogelijk is een bepaalde bedrijfssituatie vast te stellen of voor de metingen representatieve bedrijfstoestanden te definiëren, kan het zinvol zijn de meetperiode te verlengen. In uitzonderingsgevallen zal de meetperiode gelijk moet en zijn aan de gehele beoordelingsperiode of moet steekproefsgewijs een groot aantal metingen worden verricht. Aanbevolen wordt dan emissiemetingen te verrichten aangevuld met overdrachtsberekeningen.

De duur van de bedrijfssituatie moet voor de dag-, avond- en/of nachtperiode worden vastgelegd.

2.2.6.4. Uitvoering van de geluidmetingen

Meetduur

De meetduur wordt enerzijds bepaald door de variatie van de geluidemissie en de eventuele cyclische processen die daarin optreden en anderzijds door variaties in de geluidoverdracht.

Voorwaarde is: de meetduur moet zodanig lang zijn dat het equivalente geluidniveau naar een vaste waarde gaat. Beperkte wijzigingen in het begin- of eindtijdstip van de metingen mogen het resultaat niet beïnvloeden.

Om over overdrachtsvariaties te middelen worden de in tabel 2.6 aangegeven *minimale* tijden aangehouden. Het betreft hier de pure meettijd. Duidelijk langer is de tijd dat men op een meetlocatie aanwezig moet zijn om zich bewust te worden van de akoestische situatie.

Bij de vaststelling van stoorgeluid wordt gedurende een relatief lange periode gemeten.

Tabel 2.6 Minimale meetduur bij constant emissieniveau

Meetafstand r_i [m]	Meetperiode T_m
$r_i \leq 50$ en $r_i \leq 10\ (h_b+h_m)$	15 seconden
$r_i \leq 150$	1 minuut
$r_i \leq 1.000$	2 minuten
$r_i > 1.000$	5 minuten

Aantal metingen

Afhankelijk van de afstand tot het broncentrum moet in het algemeen meer dan één meting per bedrijfstoestand worden uitgevoerd. Tijdens de meting wordt het gestandaardiseerd immissieniveau L_i vastgesteld.

Tabel 2.7 Minimum aantal metingen

Meetafstand r_i [m]	Minimum aantal metingen
$r_i \leq 50$	1
$50 < r_i \leq 150$	2
$150 < r_i \leq 1.000$	3
$r_i > 1.000$	4

Tussen twee immissiemetingen moet er ten minste 4 uur tussenruimte zijn, zodat van een andere meteorologische situatie kan worden gesproken. Als echter aannemelijk gemaakt kan worden dat meer metingen geen andere conclusie zullen geven, kan met minder metingen worden volstaan.

De meetresultaten worden na stoorgeluidcorrectie (zie paragraaf 2.2.3) per bedrijfstoestand energetisch gemiddeld. Als door meteorologische variaties een meetresultaat van de betreffende bedrijfstoestand 5 dB of meer onder het energetische gemiddelde ligt wordt deze vervangen door het resultaat van een nieuwe meting.

2.2.6.5. Bijzondere bewerkingen

Extra- of interpolatie

Als het geluidniveau op een andere plaats (beoordelingspunt) moet worden bepaald dan waar gemeten is (alternatief punt), wordt met behulp van het overdrachtsmodel van methode II een berekening gemaakt van deze correctie. Hierbij wordt de volgende procedure gevolgd:

1. Het brongebied moet vanuit het alternatieve punt en vanuit het beoordelingspunt op te vatten zijn als een geconcentreerde bron (zie paragraaf 2.3.2.3).
2. Vanuit de bron gezien moet het beoordelingspunt in dezelfde richting liggen als het alternatieve punt.
3. Het brongebied kan voor deze berekening worden vereenvoudigd tot één vervangende puntbron in het akoestische zwaartepunt. Uitgaande van deze puntbron worden met het overdrachtsmodel van methode II berekeningen uitgevoerd. In het model moet de werkelijke bodem van het midden- en ontvangergebied worden ingevoerd. De bodemfactor van het brongebied is bij extrapolatie niet wezenlijk van belang.
4. Op het alternatieve punt wordt per octaafband het gestandaardiseerde immissieniveau $L_{i,alt}$ op 5 m hoogte gemeten.
5. Er wordt een (arbitraire) geluidvermogen per octaafband aangenomen, genormeerd op 0 dB. Als een normering op 0 dB met rekenprogrammatuur niet mogelijk is, kan ook gekozen worden voor een geluidvermogen van 100 dB per octaafband.
6. Met het overdrachtsmodel wordt, uitgaande van deze geluidvermogen, op het alternatieve punt en het beoordelingspunt per octaafband het geluidniveau $L'_{i,alt}$ en L'_i berekend.
7. Per octaafband wordt het gestandaardiseerde immissieniveau L_i op het beoordelingspunt bepaald uit:

   $$L_i = L'_i - (L'_{i,alt} - L_{i,alt}) \qquad (2.6)$$

8. Het geluidniveau in dB(A) op het beoordelingspunt wordt bepaald door de energetische optelling van de berekende A-gewogen octaafbandwaarden.

2.2.6.6. Bepaling gestandaardiseerd immissieniveau L_i

Op het immissie(meet)punt wordt voor elke gedefinieerde bedrijfstoestand het equivalente geluidniveau gemeten. Als tijdens een bedrijfstoestand meerdere meting zijn uitgevoerd, wordt het aantal verrichte (geldige) geluidmetingen, zo nodig per meting gecorrigeerd voor het stoorgeluid (zie paragraaf 2.2.3), door energetische middeling het gestandaardiseerde immissieniveau L_i bepaald. De energetische middeling van geluidniveaus wordt algemeen bepaald volgens de formule:

$$L_i = 10log\left(\frac{1}{N}\sum_{x=1}^{N} 10^{\frac{L_x}{10}}\right) \qquad (2.7)$$

waarbij wordt verstaan onder:
N = Aantal metingen
L_x = equivalente geluidniveau van meting x

Omdat het immissieniveau vastgesteld wordt onder meteoraamcondities, wordt dit niveau het gestandaardiseerde immissieniveau L_i genoemd.

Wanneer de metingen en uitwerkingen zijn uitgevoerd in frequentiebanden, kan hieruit het gestandaardiseerde immissieniveau in dB(A) worden berekend door de A-gewogen geluidniveaus in de beschouwde frequentiebanden energetisch te sommeren.

Wanneer de metingen direct in dB(A) zijn uitgevoerd, wordt hieruit direct het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau L_i per bedrijfstoestand verkregen.

2.2.7. Vaststelling binnengeluidniveau

2.2.7.1. Meting binnengeluidniveaus

In bepaalde gevallen worden eisen gesteld aan de toelaatbare geluidniveaus in geluidgevoelige ruimten ten gevolge van geluidbronnen buiten die ruimten.

Voor geluidmetingen ter bepaling van die binnenniveaus gelden de volgende regels:

- de microfoon van het meetinstrument bevindt zich op een afstand van ten minste 0,5 m van de begrenzingen van de ruimte (vloer, wanden, plafond), tenminste 0,5 van objecten met een oppervlak groter dan 0,5 m^2, en tenminste 0,5 m van personen in de ruimte. Bij voorkeur is die afstand tenminste 1 m van muren,1,5 m van ramen en 1 m boven de vloer;
- om de verstoring doorstaande golven te verminderen, moet bij voorkeur op tenminste vijf punten worden gemeten. Het minimum aantal meetpunten is drie, als het in redelijkheid niet mogelijk is om op ten minste vijf punten te meten, bijvoorbeeld als de te meten gebeurtenis zich alleen met geringe frequentie voordoet. De meetpunten liggen zowel horizontaal als verticaal verspreid door de ruimte. De gemeten waarden moeten energetisch worden gemiddeld om het gestandaardiseerd immissieniveau L_i te verkrijgen;
- metingen moeten worden uitgevoerd bij gesloten ramen, buitendeuren en ventilatievoorzieningen;
- stoorgeluidbijdragen worden geminimaliseerd. Het gaat om:
  - geluidbronnen binnen de ruimte zelf of elders in het gebouw, bijvoorbeeld koelkast, pomp van de cv-installatie, activiteiten van personen en huisdieren. De eventueel aanwezige mechanische ventilatie wordt voor zover mogelijk buiten werking gesteld;
  - geluidbronnen buiten, zoals verkeer en weersinvloeden zoals regen en wind. De metingen vinden plaats zonder relevante bijdragen van dergelijke geluiden.

Het geluidniveau in een ruimte is afhankelijk van de ruimte-akoestische parameters. Daarom moeten de afmetingen van de ruimte worden vermeld, en moeten de meetresultaten worden genormaliseerd op een referentienagalmtijd zodat het te beoordelen geluidniveau niet wordt bepaald door de inrichting van die ruimte.

Meting van de nagalmtijd vindt plaats per octaafband volgens NEN-EN-ISO 3382-2 [L.1], waarin ook de eisen aan de meetapparatuur zijn aangegeven. Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een geluidbron die ruis voortbrengt (ruisbron). De bron wordt in de geluidgevoelige ruimte opgesteld in een hoek gevormd door vloer of plafond en twee zijwanden, zodanig dat het middelpunt van de bron zich op ten hoogste 1,5 m van de hoek bevindt, niet op de symmetrieas en tenminste op de afstanden die ook voor de meetposities gelden. De bron wordt tenminste 4 s aangezet en dan klikvrij en in 1 keer uitgeschakeld. Gemeten wordt de tijd waarin het geluid van 5 dB onder het gegenereerde ruisniveau zakt naar 25 dB onder dat niveau. Daarom moet het gegenereerde ruisniveau tenminste 35 dB hoger zijn dan het niveau van stoorgeluiden. De nagalmtijd $T_{i,j}$ is de tijd die het geluid nodig heeft om 60 dB in niveau te zakken, dus 3 maal de gemeten tijd. De nagalmtijd wordt ten minste 2 maal per meetpositie gemeten, in ten minste ten minste 3 meetposities. De nagalmtijd T_i wordt berekend door rekenkundige middeling van de gemeten nagalmtijden $T_{i,j}$.

Het te beoordelen genormaliseerde binnengeluidniveau wordt berekend volgens de formule:

$$L_{nT,i} = L_i + 10log\left(\frac{T_i}{T_0}\right) \qquad (2.8)$$

De referentienagalmtijd T_0 bedraagt 0,8 s voor een verblijfsruimte voor groepen voor kinderopvang, een verblijfsruimte voor het geven van onderwijs voor basisonderwijs, en een verblijfsruimte voor het geven van theorieonderwijs in het voortgezet, hoger of wetenschappelijk onderwijs. Voor overige ruimten bedraagt de referentienagalmtijd T_0 0,5 s.

Bij laagfrequent geluid kunnen bij binnengeluidmetingen grote meetonnauwkeurigheden optreden. De metingen moeten voor laagfrequent geluid dan ook als indicatief worden bestempeld.
Als de binnengeluidniveaus veroorzaakt worden door niet-aanliggende activiteiten, vinden de metingen binnen het meteoraam plaats. Deze voorwaarde geldt niet bij metingen van binnengeluidniveaus ten gevolge van geluidbronnen in bijvoorbeeld aanliggende bedrijfsruimten of andere geluidtransmissiesituaties waarbij weersomstandigheden geen rol kunnen spelen.

2.3. Bepaling geluidvermogen

2.3.1. Algemeen

Het gestandaardiseerd geluidimmissieniveau kan, naast het direct meten van de immissie, ook worden bepaald door een geluidvermogenbepaling met behulp van metingen, aangevuld met berekeningen van de geluidoverdracht naar het beoordelingspunt. Dit kan noodzakelijk zijn als immissiemetingen niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld vanwege de volgende omstandigheden:

– er is een te grote invloed van stoorgeluid op meetpunt;
– er is sprake van veelvuldig veranderde bedrijfssituaties die niet zijn onder te verdelen in meerdere goed gedefinieerde bedrijfstoestanden;
– de meteorologische omstandigheden tijdens de meetperiode vallen niet binnen het meteoraam;
– het betreft prognosestudies van nog niet aanwezige activiteiten;
– de wens afzonderlijke bijdragen te kennen van de geluidbronnen.

Methode I

Met de emissiemeetmethoden en het overdrachtsmodel van methode I kan een aantal eenvoudige situaties worden behandeld met als doel een heldere conclusie te kunnen trekken op basis van een indicatieve waarde van de te verwachten geluidimmissie op het beoordelingspunt.

Methode I kent twee emissiemeetmethoden:

1. de geconcentreerde bronmethode (methode I.2);
2. de aangepaste meetvlakmethode (methode I.3).

Methode II

Methode II kent de volgende emissiemeetmethoden:

1. Geconcentreerde bronmethode – methode II.2. Deze methode wordt toegepast als de afmetingen van de bronnen aanzienlijk kleiner zijn dan de meetafstand.
2. Aangepast meetvlakmethode -methode II.3. Met deze methoden wordt het geluidvermogen van de geluidbron bepaald. De afstand tot de bron is bij deze methoden in het algemeen kleiner dan de bronafmeting. In tegenstelling tot de 'Rondommethode' wordt hier ook de geluidafstraling naar boven in de geluidvermogenbepaling betrokken. Met deze methode kan geen richtingsinformatie worden verkregen. Het gebrek hieraan kan de betrouwbaarheid van de met overdrachtsberekening bepaalde niveaus sterk verminderen.
3. Rondommethode – methode II.4. Deze methode wordt toegepast voor uitgestrekte bronnen (vele tientallen meters) waarvan de horizontale afmetingen veel groter zijn dan de verticale en waarbij de geluiduitstraling in het horizontale vlak weinig richtingsafhankelijk is. Voorts moet in het brongebied de bronverdeling min of meer uniform zijn.
4. Intensiteitsmetingen – methode II.5. Het geluidvermogen wordt bepaald uit de geluidintensiteit die uit een omsloten oppervlak rond een geluidbron stroomt. Deze methode stelt in principe geen beperkingen aan de geluidbronnen.
5. Snelheidsmetingen (trillingsmetingen) – methode II.6. Het geluidvermogen wordt bepaald door vaststelling van de mate waarin een oppervlak met een bepaald snelheidsniveau geluid afstraalt. De methode kan worden toegepast als door aanwezigheid van stoorgeluid, het afgestraalde geluid niet direct gemeten kan worden.
6. Uitstraling gebouwen – methode II.7. Met deze methode kan de geluidtransmissie door wanden en daken worden berekend.

Het bepalen van de geluidvermogens kan met verschillende meettechnieken plaats vinden. Dit geeft ook consequenties voor de toepassing van de voorschriften. Deze worden daarom afzonderlijk behandeld.

De geconcentreerde bronmethode heeft uit het oogpunt van betrouwbaarheid de voorkeur. Vaak zal echter stoorgeluid (bijvoorbeeld van andere bronnen op het industrieterrein) de toepasbaarheid beperken. Met de geconcentreerde bronmethode en de rondommethode wordt de immissierelevante geluidvermogen bij min of meer ongericht afstralende bronnen beter benaderd dan met een aangepast meetvlakmethode.

Immissierelevante geluidvermogen L_{WR}

Het doel van de emissiemeetmethoden is het immissierelevante geluidvermogen van geluidbronnen zo goed mogelijk te bepalen.

Het immissierelevante geluidvermogen L_{WR} is een rekengrootheid. Het geluidvermogen is gelijk aan het vermogen van een rondom afstralende puntbron die op de plaats van de echte geluidbron of het broncentrum van een stelsel geluidbronnen staat en op het immissiepunt hetzelfde geluidniveau geeft als deze geluidbron(nen).

De immissierelevante geluidvermogen is wezenlijk een andere grootheid dan het geluidvermogen van de bron. Het geluidvermogen LW is een maat voor de totale geluidenergie die per seconde door de bron wordt geproduceerd. Het verband tussen beide grootheden wordt berekend volgens de formule:

$$L_{WR} = L_W + DI \qquad (2.9)$$

waarbij wordt verstaan onder:
DI = richtingsindex (zie paragraaf 2.3.3.2)

Voor geluidoverdracht buiten is meestal alleen het geluid van belang dat wordt afgestraald in een hoek van 0° tot 20° met de horizontaal. In specifieke situaties kan de immissierelevante richting anders zijn, bijvoorbeeld bij hoge bronnen (schoorstenen, dakuitlaten e.d.) waarbij ook het beoordelingspunt in de directe omgeving op lagere hoogte ligt.

Verder stralen in het horizontale vlak vele geluidbronnen richtingsafhankelijk af. Het is daarom van belang dat alleen in de immissierelevante richting het geluidvermogen wordt bepaald. Bij grotere industriële activiteiten kan het totaal opgestelde geluidvermogen tot wel 5 dB hoger zijn dan de immissierelevante geluidvermogen.

Relevant frequentiegebied bij methode II

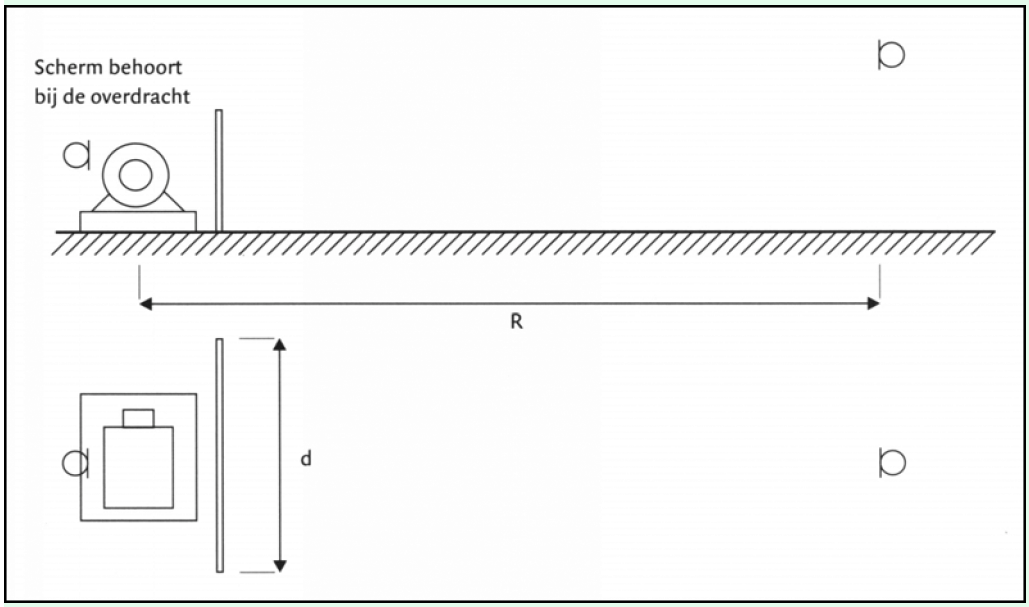
De geluidmetingen voor het vaststellen van de immissierelevante geluidvermogen vinden zowel in dB(A) als in octaafbanden of smalbandiger plaats in het gehele gebied dat de octaafbanden met middenfrequenties van 31,5 Hz tot en met 8.000 Hz omvat. Als kan worden aangetoond dat het geluidvermogen in bepaalde frequentiebanden een verwaarloosbare bijdrage geeft tot het immissieniveau behoeft in deze banden geen waarde te worden vastgesteld.

Aansluiting bij overdrachtsberekeningen

De grens tussen bron en overdracht is in sommige gevallen niet eenduidig aan te geven. In het kader van deze methode geldt de volgende richtlijn.

De afschermende en reflecterende objecten die in de bronbeschrijving, en dus in het geluidvermogen, zijn opgenomen maken deel uit van de `vervangende bron' en worden bij de overdrachtsberekening buiten beschouwing gelaten.

Een uitzondering vormt de bodem die altijd in de overdrachtsberekening wordt opgenomen. Zo nodig worden de metingen van de geluidemissie opgeschoond van bodeminvloeden, of worden de metingen zodanig ingericht dat deze invloed verwaarloosbaar is.



Figuur 2.5 Voorbeeld van scheiding bron-overdracht

In bovenstaand voorbeeld kunnen twee situaties worden onderscheiden. Als de situatie vanaf links wordt beschouwd, wordt het scherm afzonderlijk bij de overdracht in rekening gebracht. Als de situatie vanaf rechts wordt beschouwd, kan het scherm onderdeel uitmaken van de 'vervangende bron'.

2.3.2. Methode I

2.3.2.1. Toepassingsgebied

De geluidvermogenbepaling in combinatie met overdrachtsberekeningen kunnen worden toegepast onder de volgende condities:

– de afstand van bron tot beoordelingspunt bedraagt ten hoogste 150 m. De afstand van bron tot beoordelingspunt is hierbij groter dan 1,5 maal de grootste brondiameter (r_i > 1,5 d);
– alleen plaatsvaste bronnen kunnen worden beschouwd;
– er moet voldaan worden aan de specifieke randvoorwaarden van de te gebruiken emissiemeetmethoden.

Beide submethoden van geluidvermogenbepaling volgens methode I zijn geschikt voor eenvoudige brongeometrieën met solitaire bronnen of brongroepen van relatief kleine afmetingen. Voorwaarde bij deze submethoden is dat de bronnen zijn gelegen in een goed te omschrijven omgeving waarin de akoestische overdrachtscondities goed kunnen worden gedefinieerd. De overdrachtsberekening geschiedt met behulp van een eenvoudige overdrachtsformule, zoals opgenomen in paragraaf 3.1.

2.3.2.2. Meetapparatuur

De meetapparatuur voor het verrichten van emissiemetingen voldoet aan de in paragraaf 2.2.5.1 gestelde eisen.

2.3.2.3. Geconcentreerde bronmethode (methode I.2)

Algemeen

Het doel van de methode is het vaststellen van de immissierelevante geluidvermogen van een geluidbron of een stelsel van geluidbronnen in een bepaalde richting tijdens een goed gedefinieerde bedrijfssituatie. Deze geluidbronnen worden beschouwd als puntbronnen.

Toepassingsgebied

De methode is geschikt voor bronnen, waarvan de grootste afmeting d in vergelijking tot de meetafstand R als klein te beschouwen is (puntbron). Voorwaarde is dat 1,5 d ≤ R ≤ 50 m.

Toepassing van deze geconcentreerde bronmethode is alleen toegestaan als:
- de grootste brondimensie d ≤ 10 m bedraagt;
- direct zicht bestaat vanuit het meetpunt op de bron of brongroep en er geen (deels) afschermende objecten aanwezig zijn;
- de bodem tussen de bron of het brongebied en het meetpunt hard is;
- de metingen niet worden beïnvloed door reflecties van nabijgelegen reflecterende vlakken;
- geen stoorgeluid optreedt dan wel hiervoor gecorrigeerd kan worden (paragraaf 2.2.3).

Vaststelling van de meetcondities

Bron geometrie en bedrijfssituatie

De metingen worden uitgevoerd bij een goed te omschrijven bedrijfstoestand. Als de bron meer bedrijfstoestanden kent die voor de te beschouwen bedrijfssituatie van belang zijn, wordt bij alle toestanden gemeten. Het is belangrijk bij de voorbereiding van metingen een volledige inventarisatie van de bedrijfstoestanden te maken, die voor de geluiduitstraling van belang zijn.

De volgende grootheden worden bepaald:
- de bedrijfsperiode T_b van de bron binnen een beoordelingsperiode per bedrijfstoestand;
- de bronhoogte h_b;
- de brondiameter d;
- de bedrijfstoestand van de bron, voor zover relevant voor de geluidemissie (toerental, capaciteit en dergelijke).

Keuze van de meetlocatie

Als sprake is van meerdere immissiepunten rondom de geluidbron, is van belang dat de bron in horizontale richtingen gelijkmatig uitstraalt.

Gesteld kan worden dat een geluidbron in horizontale richtingen gelijkmatig uitstraalt, als de geluidniveaus, gemeten op drie posities rond de bron op gelijke afstand en hoogte, onderling niet meer dan 1,5 dB(A) afwijken.

Als op basis van de aard van de geluidbron aangenomen kan worden dat een bron in horizontale richtingen gelijkmatig uitstraalt, kan ongeacht het aantal immissiepunten met alleen een meetpunt in een willekeurige horizontale richting worden volstaan.

Als er geen horizontaal gelijkmatige uitstraling optreedt, kan alleen dan gebruik gemaakt worden van methode I.2 als sprake is van een beperkt aantal immissieposities waarbij de geluidemissie per immissierelevante richting bepaald kan worden. In andere gevallen wordt methode II toegepast.

Afhankelijk van de geometrie kan men kiezen voor een methode met meetpunten op een hele of halve bol rond de bron.

De hoek tussen het door het broncentrum gelegde horizontale vlak en de verbindingslijn van broncentrum en meetpunt bedraagt in het algemeen 3° tot 12°. Dit komt overeen met de ligging van de meetpunten op het oppervlak van de hele of halve bol op een meethoogte h_m van:
$h_b + 0{,}05R \leq h_m \leq h_b + 0{,}2\,R$.

Voor de keuze van de meetlocatie gelden de volgende voorwaarden.

Meetpunten op hele bol

Rond hooggeplaatste bronnen wordt een denkbeeldig meetvlak gelegd in de vorm van een hele bol, waarvan het middelpunt samenvalt met het broncentrum. De straal R van de bol wordt zodanig gekozen dat geldt $1{,}5\,d \leq R \leq 0{,}5\,h_b$ waarbij h_b de hoogte van de bron is boven plaatselijk maaiveld (dat is meestal de grond of het dakvlak). In het meetpunt hebben bodemreflecties geen relevante invloed op het meetresultaat.

In specifieke gevallen (een hooggelegen bron, bijvoorbeeld een schoorsteen, met ook op korte afstand laag of juist hoog gelegen immissiepunten) kan de meting evenwel een te hoge of te lage geluidvermogen opleveren voor de immissiepunten op korte afstand. Immers de geluiduitstraling in

richtingen schuin naar beneden, dus met een (negatieve) hoek onder het horizontale vlak, of schuin naar boven, kan vanwege specifieke richtingseffecten minder of meer zijn. In een dergelijke situatie is ook het verrichten van metingen in die immissierelevante richting naar het punt op korte afstand noodzakelijk. In kritische gevallen wordt gebruik gemaakt van methode II.

Meetpunten op halve bol

Als een geconcentreerde bron dicht boven een horizontaal vlak is gesitueerd, wordt als meetvlak een halve bol rond de bron gekozen.
Het middelpunt van de halve bol valt samen met de projectie van het broncentrum op het horizontale vlak. Voorbeelden zijn: bestrate bodems, daken van gebouwen en dergelijke. Voor de straal R van de bol geldt als voorwaarde dat $R \geq 1{,}5\ d$ en bij voorkeur $R \geq 2\ h_b$.

Uitvoering van de geluidmetingen

Meetduur

De meetduur wordt hoofdzakelijk bepaald door de variatie van de geluidemissie en de eventuele cyclische processen die daarin optreden. Als voorwaarde geldt dat de meetduur zodanig lang moet zijn dat het equivalente geluidniveau naar een vaste waarde gaat. Beperkte wijzigingen in het begin- of eindtijdstip van de metingen mogen het resultaat niet beïnvloeden.

Aantal metingen

Per bedrijfstoestand kan volstaan worden met één meting per immissierelevante richting op een bepaalde afstand van de bron. Het verdient echter de voorkeur meerdere metingen in deze richting te verrichten. Meerdere meetresultaten per meetrichting worden, na eventuele stoorgeluidcorrectie (zie paragraaf 2.2.3) per bedrijfstoestand energetisch gemiddeld volgens formule 2.3.

Berekening van de immissierelevante geluidvermogen L_{WR}

Uit de meetwaarden wordt het energetisch gemiddelde geluidniveau $L_{Aeq,T}$ in dB(A) afgeleid. De immissierelevante geluidvermogen L_{WR} wordt berekend volgens de formules:

Hele bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + 10 \log 4\pi R^2$
Halve bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + 10 \log 4\pi R^2 + D_{bodem}$ (2.10)

waarbij:
$D_{bodem} = -2$ dB
R = meetafstand tot de bron

Met de verkregen geluidvermogen wordt vervolgens het immissieniveau L_i bepaald door de verzwakking door geluidoverdracht in rekening te brengen. In paragraaf 3.1 wordt hierop ingegaan.

2.3.2.4. Aangepaste meetvlakmethode (methode I.3)

Algemeen

Het doel van de methode is het vaststellen van de immissierelevante geluidvermogen van een solitaire bron tijdens een goed gedefinieerde bedrijfstoestand. Kenmerkend voor deze emissiebepaling is dat het geluidvermogen wordt verkregen uit metingen die verricht worden dichtbij de bron.

Omdat met deze methode in principe het geluidvermogen wordt bepaald en geen richtingsinformatie wordt verkregen, heeft gebruik van de geconcentreerde bronmethode de voorkeur. Als stoorgeluid aanwezig is, is het echter noodzakelijk om op kortere afstand dan R = 1,5 d te meten, hetgeen tot toepassing van deze methode leidt.

Toepassingsgebied

De methode mag, naast de in paragraaf 2.3.2.1 genoemde algemene voorwaarden, alleen worden toegepast onder de volgende condities:
– het betreft vlakke bronnen zoals bijvoorbeeld roosters en deuren in gevels met bronafmetingen kleiner dan 25 m^2. Het beoordelingspunt wordt hierbij gezien binnen een hoek van 85° met de

normaal op het vlak van de bron. Voorzichtigheid is geboden als een inpandige geluidbron met relatief hoge geluiduitstraling vanuit een beoordelingspositie zichtbaar is via een open deur. In bepaalde situaties kan die geluidbron in die beoordelingspositie een hogere geluidbijdrage leveren dan de geluiduitstraling van het nagalmgeluidveld in de deuropening. Toepassing van methode I.3 gevolgd door overdrachtsberekeningen leidt dan tot te lage geluidniveaus in die beoordelingspositie. In dergelijke situatie is toepassing van methode II noodzakelijk;

óf

– het betreft een solitaire bron of samengestelde bron (zoals bijvoorbeeld de combinatie aandrijving-overbrenging-installatie) met een brondiameter van ten hoogste 5 m;

Overige condities zijn:

– er treedt geen significant stoorgeluid op of hiervoor kan worden gecorrigeerd;
– de grootste brondiameter is klein ten opzichte van de afstand tot het beoordelingspunt ($r_i \geq 1{,}5$ d)
– de bron straalt over het gehele referentievlak (gedefinieerd in de volgende paragraaf) gelijkmatig geluid uit. Wanneer op enig punt op het meetvlak het verschil tussen het hoogste en laagste te meten geluidniveau meer dan 2 dB bedraagt, wordt gebruik gemaakt van methode II.

Vaststelling van de meetcondities

Brongeometrie

Op enige afstand van de bron wordt een referentielichaam gelegd dat de contouren van de bron benadert. Dit referentielichaam hoeft de contouren van de bron niet nauwsluitend te volgen, maar moet van een zo eenvoudig mogelijke vorm zijn (blok, cilinder, plat vlak en dergelijke). Figuur 2.6 geeft voorbeelden van mogelijke vormen van het referentielichaam. Combinaties van referentielichamen zijn ook mogelijk.

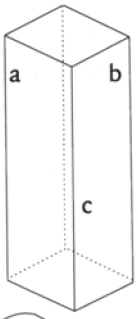
De metingen bij de bron vinden plaats op het aangepast meetvlak. Dit meetvlak is gelegen op enige afstand van het referentievlak en heeft een gelijke vorm als het referentievlak.

Het grondoppervlak van het referentielichaam maakt geen deel uit van het meetvlak en wordt bij de bepaling van het oppervlak van het meetvlak niet beschouwd.

a. Blok

$S_{ref} = ab + 2c\,(a + b)$

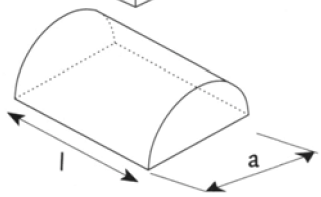
(bijvoorbeeld bij open procesinstallaties, motoren en compressoren)



b. Halve cirkelcilinder

$S_{ref} = {}^{1}/_{4}\,\pi\,a\,l\,(2 + a/l)$

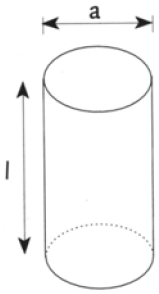
(bijvoorbeeld bij generatoren)



c. Cilinder

$S_{ref} = \pi\,a\,l\,(1 + a/4l)$

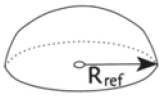
(bijvoorbeeld bij procesinstallaties)



d. Halve bol

$S_{ref} = 2\,\pi\,R^2_{ref}$

(bijvoorbeeld bij kleinere apparaten en machines)



Figuur 2.6 Vormen van referentielichamen

N.B. De oppervlakte van het meetvlak S_m kan op gelijke wijze worden berekend.

Keuze van de meetlocaties

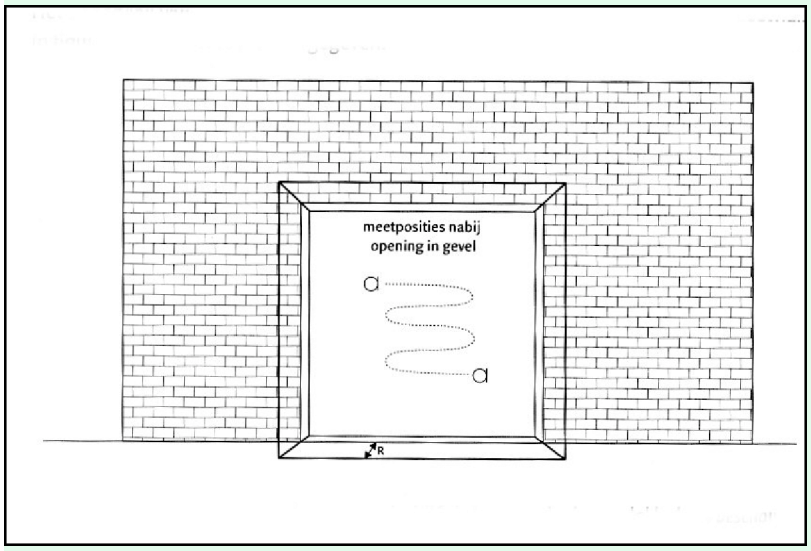
De meetpunten worden gekozen op het aangepast meetvlak. Algemene uitgangspunten bij de keuze van het meetvlak zijn dat het meetvlak:
- op een vaste afstand ligt van het referentielichaam;
- de bron volledig wordt omsloten of aansluit op de bodem of niet geluidafstralende vlakken, objecten rond de bron;
- op een relatief kleine afstand van de bron wordt geplaatst;
- goed bereikbaar is voor het uitvoeren van metingen.

Per type bron worden de volgende specifieke eisen geformuleerd.

Vlakke bron

Voor vlakke bronnen wordt een meetvlak gekozen dat bestaat uit:
- een hoofdvlak evenwijdig aan het referentievlak en afmetingen gelijk aan het referentievlak;
- een smalle randstrook langs de omtrek van het hoofdvlak waarop geen metingen worden verricht en dat verder buiten beschouwing blijft.

Het oppervlak van het referentievlak S_{ref} is even groot als het oppervlak van het meetvlak S_m. In figuur 2.7 is een voorbeeld gegeven.



Figuur 2.7 Geluidvermogenmeting van een open deur van een bedrijf; de bron wordt als een vlakke bron beschouwd

Voor de afstand *R* tussen meetvlak en referentievlak geldt volgens tabel 2.8

Tabel 2.8 Afstand R afhankelijk van de soort bron

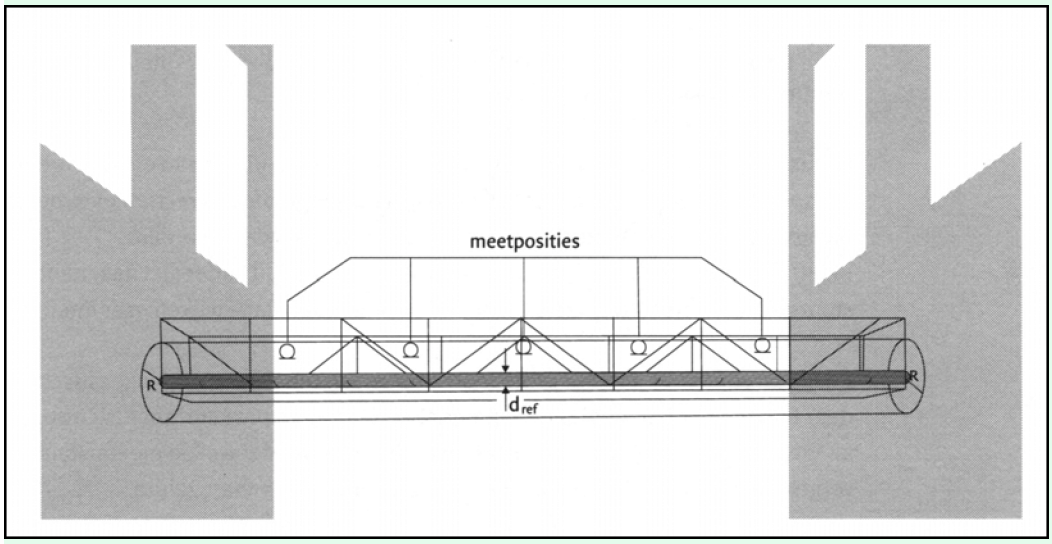
Soort vlakke bron	Meetafstand R [m]
Opening in wanden	$0 \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$
Geluidafstralende wanden, platen	$0{,}5\ \text{m} \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$

Lijnbron

Het meetvlak is een (halve) cilinder die gelijkvormig is aan het referentievlak. De straal *R* van het meetvlak moet voldoen aan:

- $R < 0{,}2\ l$
- $R \geq 0{,}8\ d_{ref}$
- $R \geq 0{,}5\ d_{ref} + 0{,}5$

Hierbij is d_{ref} de diameter van het referentielichaam en *l* de lengte van de cilinder. In figuur 2.8 is een voorbeeld gegeven. In dit voorbeeld komt het referentielichaam overeen met de compressorleiding.



Figuur 2.8 Voorbeeld van een geluidvermogenmeting aan een compressorleiding (bevestigd aan een leidingbrug die als vakwerk licht is getekend)

De oppervlakte van het meetvlak bedraagt:
Hele cilinder: $S_m = 2\pi RI$
Halve cilinder: $S_m = \pi RI$

Overige bronnen
Het meetvlak is gelijkvormig met het referentielichaam. In het oppervlak van het meetvlak is het bodemvlak en de overige afsluitende zijvlakken, zoals muren, niet opgenomen.
Voor de afstand tussen referentievlak en meetvlak moet worden voldaan aan:
$0{,}5\ \text{m} \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$

Uitvoering van de geluidmetingen

Algemeen

Omdat bij methode I.3 erg dicht op de bron wordt gemeten, wordt er van uitgegaan dat stoorgeluid een geringe rol speelt. In voorkomende gevallen kan de stoorgeluidcorrectie, zoals beschreven in paragraaf 2.2.3 worden toegepast. Bij lage frequenties kunnen grote fouten optreden ten gevolge van akoestische nabijheidsvelden. Als verwacht kan worden dat met name de lage frequenties de meetwaarde beïnvloeden, wordt gebruik gemaakt van de in methode II gegeven methoden.

Als openingen worden gemeten waar sprake is van een luchtstroom (bijvoorbeeld uitblaasroosters), wordt erop toegezien dat deze luchtstroom niet de metingen beïnvloedt. In een dergelijk geval wordt net buiten de luchtstroom gemeten.

Er worden geen specifieke eisen gesteld aan de weersomstandigheden anders dan dat deze de metingen niet mogen beïnvloeden (regen, vocht, windgeruis, enzovoort).

Het karakter van het geluid geeft geen beperkingen aan de methode.

Meetduur

Bij cyclische processen wordt op alle meetpunten tenminste een gehele cyclus gemeten. Bij zwaaien omvat de meetduur per zwaai tenminste drie cyclussen.

Bij continue processen kan de meetduur over het algemeen tot 15 seconden worden beperkt. Uitgangspunt is hierbij dat de meting zolang wordt uitgevoerd dat het gemeten equivalente geluidniveau een eindwaarde benadert, die bij een verdere verlenging van de meetduur niet meer dan 0,5 dB zou veranderen.

Aantal metingen

Discrete punten

Het aantal meetpunten N voldoet aan de voorwaarden uit tabel 2.9.

Tabel 2.9 Aantal discrete meetpunten afhankelijk van de soort bron

Betreft	Aantal meetpunten
Geluidafstralende objecten	$N \geq S_m/(4\pi R^2)$
Openingen	$N \geq \sqrt{S_m}$ (S_m in m^2)

Zwaaien

Een efficiënt alternatief voor het meten op discrete punten is de microfoon langzaam over het meetvlak te zwaaien en zo het gehele meetvlak of delen daarvan gelijkmatig af te tasten. Zwaaien moet bij voorkeur in platte vlakken plaatsvinden. Voor de afstand d_z tussen de zwaailijnen geldt als het criterium uit tabel 2.10.

Tabel 2.10 Afstand d_z tussen zwaailijnen afhankelijk van de soort bron

Betreft	Afstand d_z [m]
Geluidafstralende objecten	$d_z \leq 2$ R
Openingen	$d_z \leq 1$ m

Bij voorkeur wordt een scan over een oppervlak driemaal herhaald, waarbij zo mogelijk ook andere zwaaipatronen worden gekozen.

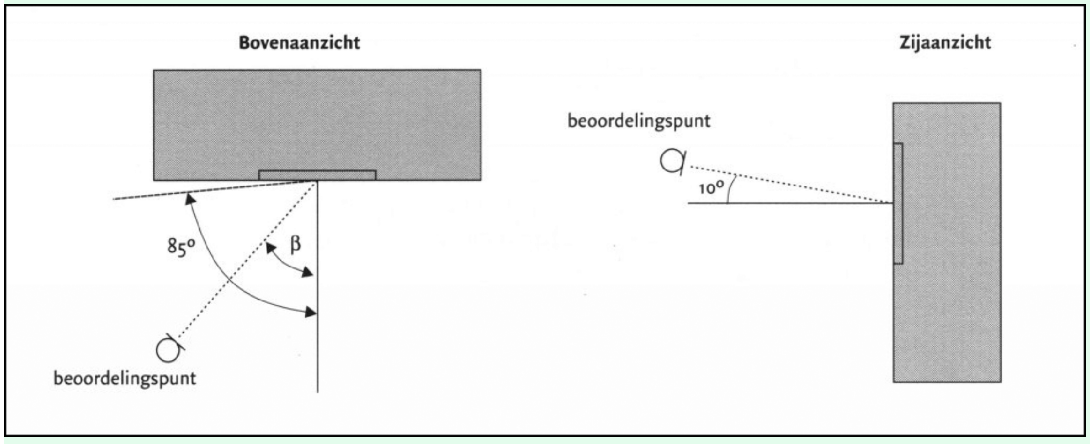
Bepaling immissierelevante geluidvermogen L_{WR}

Per meetpunt op het meetvlak wordt het geluidniveau voor elke bedrijfstoestand gemeten. Bij meerdere metingen worden de resultaten daarvan energetisch gemiddeld. Bij de zwaaimethode wordt één waarde per bedrijfstoestand vastgesteld.
Het geluidniveau over het meetvlak wordt gedefinieerd als het A-gewogen meetvlakniveau $<L_{sA}>$.
Het geluidvermogen L_{WR} wordt berekend volgens de formule:

$$L_{WR} = (L_{sA}) + 10 \log S_m - 1 + DI \qquad (2.11)$$

waarbij wordt verstaan onder:
$<L_{sA}>$ = energetisch gemiddelde geluidniveau in dB(A) gemeten op het meetvlak
S_m = oppervlak van het meetvlak
DI = richtingsindex van de betreffende bron

De richtingsindex van de betreffende bron is afhankelijk van de hoek β en wordt bepaald volgens tabel 2.11. In figuur 2.9 is de hoek β weergegeven.



Figuur 2.9 Definitie hoek β

Tabel 2.11 Richtingsindex voor een hoek β

β [°]	*DI* [dB]
grote vlakke bronnen	
0–85	+3
85–115	-2
115–180	-7
rondom stralende bronnen	0

De nauwkeurigheid van berekeningen van vlakke bronnen volgens methode I neemt af bij een groter wordende hoek β.

Toepassing van deze methode voor hoeken groter dan 180° zal leiden tot gelijke of hogere geluidimmissieniveaus dan met methode II zullen worden berekend, mits geen overheersende reflecties in de overdrachtsweg optreden (conservatieve benadering).
Na bepaling van het geluidvermogen wordt in combinatie met het overdrachtsmodel in paragraaf 3.1 het geluidimmissieniveau bepaald.

2.3.3. Methode II

2.3.3.1. Geconcentreerde bronmethode (methode II.2)

Algemeen

Het doel van de methode is het vaststellen van de immissierelevante geluidvermogen in een bepaalde richting vanuit een geluidbron of een stelsel van geluidbronnen tijdens een goed gedefinieerde bedrijfssituatie.

Toepassingsgebied

De methode is geschikt voor bronnen, waarvan de grootste afmeting d in vergelijking tot de meetafstand R tussen het meetafstand en broncentrum als klein te beschouwen zijn (geconcentreerde bronnen). Voorwaarde is dat $R \geq 1{,}5\ d$.

Meetapparatuur

De meetapparatuur voldoet aan de eisen geformuleerd bij de standaard immissiemeetmethode (paragraaf 2.2.6.2).

Vaststelling van de meetcondities

Brongeometrie en bedrijfssituatie

De metingen worden uitgevoerd bij een goed te omschrijven bedrijfssituatie. Als de bron meer bedrijfstoestanden kent die voor de representatieve situatie van belang zijn, worden deze allemaal gemeten.
Het is van belang bij de voorbereiding van metingen een volledige inventarisatie van de bedrijfstoestanden te maken, die voor de geluiduitstraling van belang zijn.

De volgende grootheden worden bepaald:
– de tijdsperiode T_b per bedrijfstoestand dat de bron binnen een beoordelingsperiode werkt;
– de bronhoogte h_b;
– de brondiameter d.

Keuze van de meetlocatie

Afhankelijk van de geometrie kan men kiezen voor een methode met meetpunten op een hele of halve bol rond de bron. De meetpunten liggen telkens in de richting van een beoordelingspunt of immissiepunt. Als in meer richtingen informatie nodig is, wordt voor deze richtingen de procedure analoog uitgevoerd. De meetafstand kan hierbij per richting verschillen. Eventuele symmetrie-eigenschappen kunnen worden gebruikt bij de bepaling van de immissierelevante geluidvermogen.

In het geval dat aangenomen kan worden, dat de bron in horizontale richtingen gelijkmatig uitstraalt kan, ongeacht het aantal immissiepunten, met alleen één meetpunt in een willekeurige horizontale richting worden volstaan (bijvoorbeeld bij metingen aan een verticaal uitstromende schoorsteen). In het geval dat aangenomen kan worden dat de bron in verticale richtingen gelijkmatig uitstraalt kan, ongeacht de aanwezigheid van immissiepunten schuin boven of schuin onder de bron, met alleen één meetpunt in een willekeurige verticale richting worden volstaan.

De hoek tussen het door het broncentrum gelegde horizontale vlak en de verbindingslijn van broncentrum en meetpunt bedraagt in het algemeen 3° tot 12°. Dit komt overeen met de ligging van de meetpunten op het oppervlak van de hele of halve bol op een meethoogte h_m van: $h_b + 0{,}05R \leq h_m \leq h_b + 0{,}2R$.

Meetpunten op hele bol

Rond hooggeplaatste bronnen wordt een denkbeeldig meetvlak gelegd in de vorm van een hele bol, waarvan het middelpunt samenvalt met het broncentrum.
De straal R van de bol wordt zodanig gekozen dat geldt $1{,}5\ d \leq R \leq 0{,}5\ h_b$, waarbij h_b de hoogte van de bron is boven plaatselijk maaiveld (dat is meestal de grond of het dakvlak).
Bij situaties waar sprake is van hoog gelegen bronnen en laag gelegen immissieposities, of van laag gelegen bronnen en hoog gelegen immissieposities, worden ook metingen in de immissierelevante richting verricht.

Meetpunten op halve bol

Als een geconcentreerde bron dicht boven een horizontaal vlak is gesitueerd wordt als meetvlak een halve bol rond de bron gekozen.

Het middelpunt van de halve bol valt samen met de projectie van het broncentrum op het horizontale vlak. Voorbeelden zijn: bestrate en grasachtige bodems, daken van gebouwen en dergelijke. Voor de straal R van de bol geldt als voorwaarde dat $R \geq 1{,}5\ d$ en bij voorkeur $R \geq 2\ h_b$.

Er kan een meethoogte van 10 m worden gebruikt als $h_b + 0{,}05\ R > 10$ en als aannemelijk gemaakt kan worden dat op die meethoogte hetzelfde geluidniveau optreedt als op dezelfde afstand op de gewenste meethoogte.

Reflecties en afschermingen

Er zijn geen afschermende objecten tussen de meetpunten en de bronnen aanwezig (vrij zicht van meetpunt naar bron).

Daarnaast worden, voor zover mogelijk, de meetpunten zodanig gekozen, dat het geluidniveau niet beïnvloed wordt door objecten, die niet als een onderdeel van de bron kunnen worden beschouwd. Een mogelijkheid om aan deze voorwaarden te voldoen is de meetafstand R zo groot te kiezen, dat de reflecterende en afschermende objecten als behorend bij de bron kunnen worden beschouwd.

Aangezien bij het samennemen van bronnen de onderlinge afscherming vaak onnauwkeurig in rekening kan worden gebracht, wordt aanbevolen de meetafstand R zo groot te kiezen dat de bronnen tezamen als geconcentreerde bron kunnen worden gemeten, in plaats van als afzonderlijke deelbronnen.

Het verdient uiteraard de voorkeur de situatie met behulp van diverse metingen vast te stellen, zodat metingen met elkaar vergeleken kunnen worden en tot een nauwkeurige analyse gekomen kan worden van de situatie.

Weersomstandigheden

Aanbevolen wordt R en h_m zo te kiezen dat voor alle bronnen in het brongebied geldt dat $R \leq 10\ (h_b + h_m)$ en $R \leq 50$ m. Als dit niet het geval is moet aan het meteoraam industrielawaai worden voldaan (zie paragraaf 2.1.2).

Uitvoering van de geluidmetingen

Algemeen

Als het geluid hoorbare zuivere tonen bevat, wordt de microfoon tijdens de meting in de richting van de bodem of het van belang zijnde reflecterende vlak tenminste twee keer langzaam over circa 1,5 m heen en weer bewogen.

Door een geschikte keuze van meettijdstip en meetplaats wordt de invloed van stoorgeluid geminimaliseerd. Het zal bij vele metingen niet te voorkomen zijn dat in bepaalde frequentiebanden stoorgeluid optreedt. Als voorbeeld hiervan kunnen windturbulenties genoemd worden. In de praktijk bepalen windturbulenties in de lage frequenties nog weleens de meetwaarde.

Omdat de keuze van het meetpunt betrekkelijk vrij is, wordt er zorg voor gedragen dat stoorgeluidcorrecties die invloed hebben op het A-gewogen geluidniveau zo min mogelijk voorkomen. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de te berekenen geluidniveaus op grotere afstand. Door het effect van luchtabsorptie in het midden- en hoogfrequente gebied neemt het belang van de laagfrequente componenten op grote afstand toe.

Meetduur

De meetduur wordt hoofdzakelijk bepaald door de variatie van de geluidemissie en de eventuele cyclische processen die daarin optreden.
Voorwaarde is dat de meetduur zodanig lang moet zijn dat het equivalente geluidniveau naar een vaste waarde gaat. Beperkte wijzigingen in het begin- of eindtijdstip van de metingen mogen het resultaat niet beïnvloeden.
Als op een afstand wordt gemeten waarbij aan het meteoraam industrielawaai moet worden voldaan, gelden de algemene regels van de immissiemeetmethode ten aanzien van de minimale meetduur (zie 2.2.6.4).

Aantal metingen

Afhankelijk van de afstand tot het broncentrum moet in het algemeen ten minste één meting per bedrijfstoestand worden uitgevoerd. In tabel 2.12 is het een en ander samengevat.

Tabel 2.12 Minimum aantal metingen

Meetafstand R [m]	Minimum aantal metingen
$R \leq 50$	1
$50 < R \leq 150$	2
$R > 150$	3

De meetresultaten worden na stoorgeluidcorrectie per bedrijfsperiode energetisch gemiddeld. Als een meetresultaat van een bedrijfstoestand als gevolg van niet optimale meteorologische omstandigheden 5 dB of meer onder het energetisch gemiddelde ligt, wordt deze vervangen door een nieuwe meting.

Berekening van het geluidvermogen L_{WR}

Uit de meetwaarden wordt het energetisch gemiddelde geluiddrukniveau $L_{Aeq,T}$ per frequentieband afgeleid door middel van energetische middeling van de afzonderlijke resultaten.

Het immissierelevante geluidvermogen wordt berekend volgens de formules:
Voor afstanden $R < 20$ m:

Hele bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + 10\ log 4\pi R^2$
Halve bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + 10\ log 4\pi R^2 - 2$ (2.12)

Voor afstanden $R \geq 20$ m:

Hele bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + 10\ log 4\pi R^2 + a_{lu} R$
Halve bol: $L_{WR} = L_{Aeq,T} - L_{fictief}$ (2.13)

waarbij wordt verstaan onder:
a_{lu} = luchtabsorptiecoëfficiënt (zie paragraaf 3.2.3.2)

Toelichting

Voor de halve-bolmethode wordt het overdrachtsmodel van methode II gebruikt om de overdracht te bepalen tussen de 'vervangende puntbron' en het meetpunt.

1. Het brongebied wordt voor deze berekening vereenvoudigd tot één vervangende puntbron in het akoestische zwaartepunt, waarbij de werkelijke bodemeigenschappen worden ingevoerd in het overdrachtsmodel van methode II.
2. Er wordt per octaafband een geluidvermogen $L_{WR,fictief}$ aangenomen van 0 dB. Als een normering van 0 dB met de gebruikte rekenprogrammatuur niet mogelijk is, kan ook worden gekozen voor een geluidvermogen van 100 dB per octaafband.
3. Met het overdrachtsmodel wordt op het meetpunt per octaafband het geluiddrukniveau $L_{fictief}$ berekend.
4. Per octaafband wordt het geluidvermogen bepaald uit: $L_{WR} = L_{Aeq,T} + (L_{WR,fictief} - L_{fictief})$. Hierin is $L_{Aeq,T}$ het op het meetpunt gemeten geluidniveau in de desbetreffende octaafband.

Specialistische rekenmodellen

In uitzonderingsgevallen is het gewenst bij de halve bol methode met de specifieke frequentie-eigenschappen van een bodemreflectie rekening te houden. Hierbij zijn metingen in tertsbanden of fijner een vereiste. Het optreden van bodemeffecten kan bepaald worden met specifieke stralenberekeningen of andere gevalideerde specialistische methoden. De overdrachtsberekening van het overdrachtsmodel van methode II kan dan door deze vaak veel complexere berekeningen worden vervangen (zie paragraaf 3.4: Hybride methoden).

2.3.3.2 Aangepaste meetvlakmethode (methode II.3)

Algemeen

Het doel van deze methode is de bepaling van het geluidvermogen van een bron uit geluidmetingen die op korte afstand van de bron zijn verricht.

Het oogmerk hierbij is veelal om het geluidvermogen van (kleine) apparaten te bepalen. Dit maakt dat deze methoden vaak niet direct toepasbaar zijn voor in situ metingen in de industrie (zie paragraaf 2.3.3.4). In dit hoofdstuk wordt een afzonderlijke meetmethode beschreven, die een wijder toepassingsgebied heeft.

Omdat met deze methode het geluidvermogen wordt bepaald en principieel geen richtingsinformatie wordt verkregen, heeft het gebruik van de geconcentreerde bronmethode de voorkeur boven deze methode. Veelal zal de aanwezigheid van stoorgeluid het echter noodzakelijk maken om op kortere afstand dan R = 1,5 d te meten hetgeen tot toepassing van deze methode leidt. De meetpunten liggen dan op een denkbeeldig meetvlak, waarvan de vorm is aangepast aan de vorm van de bron. Deze meetmethode wordt ook in internationale standaarden aangegeven.

Toepassingsgebied

De methode wordt toegepast in situaties waarbij zeer dicht bij de bron moet worden gemeten. De methode is in principe toepasbaar voor alle soorten bronnen met afmetingen die groter zijn dan circa 2 m. Voorbeelden zijn:

– gebouwen en onderdelen ervan;
– openingen in gebouwen;
– pijpleidingen.

Meetapparatuur

De meetapparatuur voldoet aan de eisen geformuleerd bij de standaard immissiemeetmethode (zie hoofdstuk 2.2.6.2).

Vaststelling van de meetcondities

De metingen worden uitgevoerd bij een goed te omschrijven bedrijfssituatie. Als de bron meer bedrijfstoestanden kent die voor de representatieve situatie van belang zijn, worden deze allemaal gemeten.

Het is van belang bij de voorbereiding van metingen een volledige inventarisatie te maken van de bedrijfstoestanden van bronnen die voor de geluiduitstraling van belang zijn.
Onder bronnen worden alleen de geluidafstralende onderdelen van machines, apparaten en gebouwen verstaan. Alle onderdelen waarvan op basis van een beoordeling ter plaatse duidelijk is dat hun geluidafstraling verwaarloosbaar is, worden buiten beschouwing gelaten.

In de overdrachtsberekening kan het gewenst zijn een bron in deelbronnen op te splitsen in verband met afschermingen en reflecties nabij de bron. Vooraf moet beoordeeld worden of de splitsing in deelbronnen aanvullende metingen behoeft.

De brongeometrie wordt geschematiseerd met een zogenaamd referentievlak of -lichaam. Dit is een (gebogen) oppervlak met simpele geometrie dat de bron zo nauw mogelijk omsluit. De bronnen worden geclassificeerd zoals in tabel 2.13 aangegeven.

Tabel 2.13 Classificatie van bronnen voor aangepast meetvlak

Soort	Omschrijving/referentievlak	Voorbeeld
Vlakke bronnen	het referentievlak is een plat vlak	gevels, grote openingen in gebouwen
Lijnbronnen	het referentievlak is een cilinder of als de lijnbron nabij de grond staat, een halve cilinder	pijpleidingen, spleetvormige openingen, transportbanden
	ook een reeks langs een lijn gesitueerde identieke puntbronnen zijn te beschouwen als lijnbron	pompenstraten, rij ventilatoren, rij branders van een fornuis, vracht- wagenroutes
Overige bronnen	alle bronnen die noch als vlakke, noch als lijnbronnen kunnen worden geclassificeerd	apparaten, koelbanken en dergelijke.

Het referentielichaam voor de overige bronnen omsluit de bron zo nauw mogelijk, waarbij uitstekende onderdelen die geen geluid afstralen buiten beschouwing worden gelaten. Het referentielichaam heeft één van de volgende vormen of een combinatie daarvan (zie figuur 2.10):
– blok (rechthoekig parallellepipedum);
– halve cilinder;
– cilinder;
– halve bol.

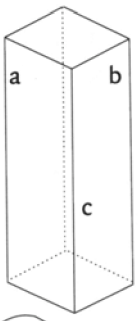
Het referentielichaam mag niet inspringen of inkepingen vertonen. Ook sluit het referentielichaam altijd aan bij de grond, zowel harde als absorberende bodems of bij een ander vlak, zoals wanden en daken van gebouwen en dergelijke.

De volgende grootheden worden bepaald:
– de tijdsperiode T_b per bedrijfstoestand dat de bron binnen een beoordelingsperiode werkt;
– de bronhoogte h_b;
– de oppervlakte S_{ref} van het referentielichaam.

a. Blok

$S_{ref} = ab + 2c\,(a + b)$

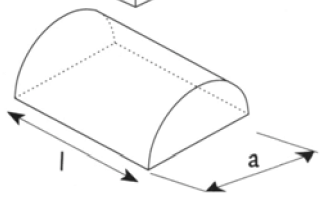
(bijvoorbeeld bij open procesinstallaties, motoren en compressoren)



b. Halve cirkelcilinder

$S_{ref} = {}^{1}/_{4}\,\pi\,a\,l\,(2 + a/l)$

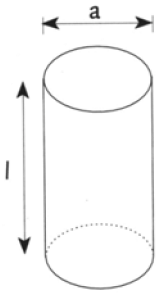
(bijvoorbeeld bij generatoren)



c. Cilinder

$S_{ref} = \pi\,a\,l\,(1 + a/4l)$

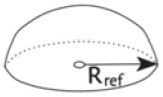
(bijvoorbeeld bij procesinstallaties)



d. Halve bol

$S_{ref} = 2\,\pi\,R^2_{ref}$

(bijvoorbeeld bij kleinere apparaten en machines)



Figuur 2.10 Vormen van referentielichamen

N.B. De oppervlakte van het meetvlak S_m kan op gelijke wijze worden berekend.

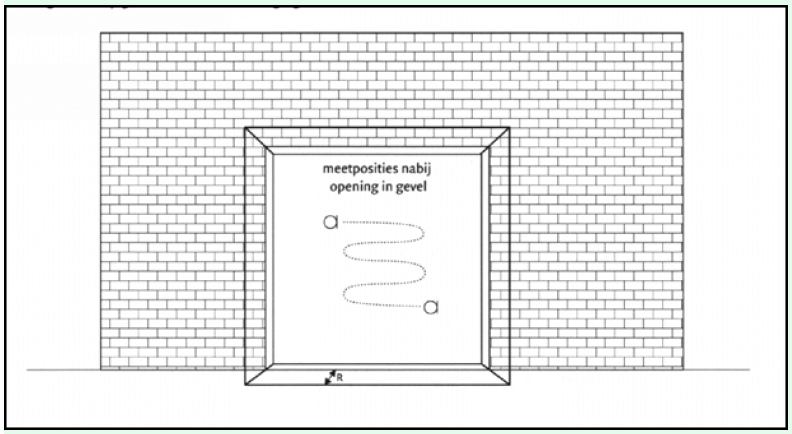
Keuze van de meetlocatie

De meetpunten gekozen op een aangepast meetvlak. Algemene uitgangspunten bij de keuze van het meetvlak zijn dat het meetvlak:
- op een vaste afstand ligt van het referentievlak;
- de bron volledig omsluit of aansluit op de bodem of niet geluidafstralende vlakken, objecten rond de bron;
- op een relatief kleine afstand van de bron wordt geplaatst;
- goed bereikbaar is voor het uitvoeren van metingen.

Per type bron worden specifieke eisen geformuleerd.

Vlakke bron

Voor vlakke bronnen wordt een meetvlak gekozen dat bestaat uit:
- een hoofdvlak evenwijdig aan het referentievlak en afmetingen gelijk aan het referentievlak;
- een smalle randstrook langs de omtrek van het hoofdvlak waarop geen metingen worden verricht en die verder buiten beschouwing blijft.



Figuur 2.11 Geluidvermogenmeting van een open deur van een bedrijf. De bron wordt als een vlakke bron beschouwd

Het oppervlak van het referentievlak S_{ref} is even groot als het oppervlak van het meetvlak S_m. In figuur 2.11 is een voorbeeld gegeven.

Voorzichtigheid is geboden als een inpandige geluidbron met relatief hoge geluiduitstraling vanuit een beoordelingspositie zichtbaar is via een open deur. In bepaalde situaties kan die geluidbron in die beoordelingspositie een hogere geluidbijdrage leveren dan de geluiduitstraling van het nagalm-geluidveld in de deuropening. Toepassing van methode II.3 gevolgd door overdrachtsberekeningen leidt dan tot te lage geluidniveaus in die beoordelingspositie.

Dan wordt in de beoordelingspositie de bijdrage van het directe geluidveld van die geluidbron bepaald, inclusief een eventuele reflectie tegen de binnenzijde van de (achter)wand van het gebouw (middels meting of overdrachtsberekening) en energetisch te worden gesommeerd met het middels methode II.3 en overdrachtsberekening bepaalde geluidniveau.

Voor de afstand R tussen meetvlak en referentievlak gelden de afstanden uit tabel 2.14.

Tabel 2.14 Afstand R afhankelijk van de soort bron

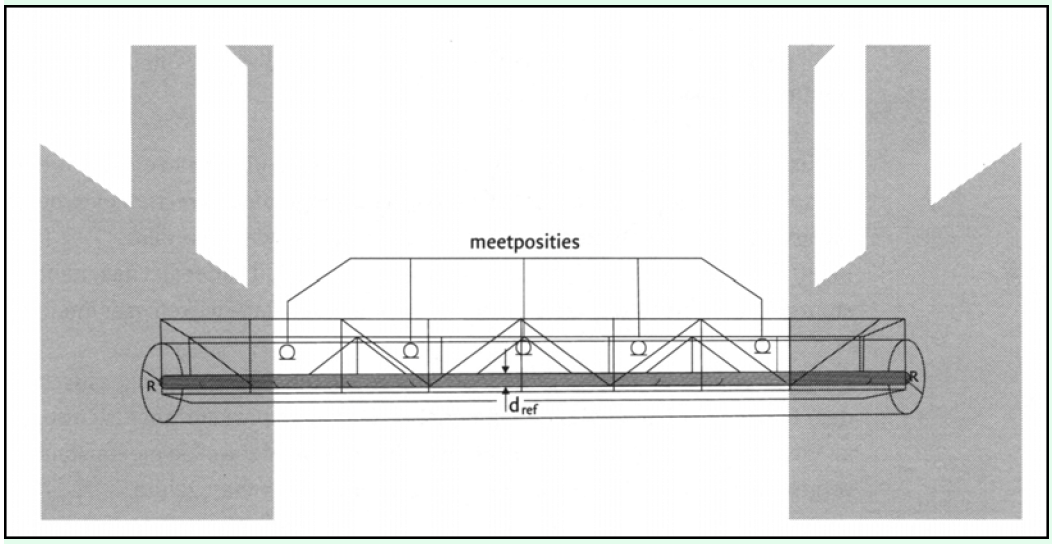
Soort vlakbron	Meetafstand R [m]
Openingen in wanden	$0 \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$
Geluidafstralende wanden, platen	$0{,}5\text{ m} \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$

Lijnbron

Het meetvlak is een (halve) cilinder die gelijkvormig is met het referentievlak. De straal R van het meetvlak moet voldoen aan:

- $R < 0{,}2\ l$
- $R \geq 0{,}8\ d_{ref}$
- $R \geq 0{,}5\ d_{ref} + 0{,}5$

Hierbij is d_{ref} de diameter van het referentielichaam (in dit geval gelijk aan de compressorleiding) en l de lengte van de cilinder. In figuur 2.12 is een voorbeeld gegeven.



Figuur 2.12 Voorbeeld van een geluidvermogenmeting aan een compressorleiding (bevestigd aan een leidingbrug die als vakwerk licht is getekend)

De oppervlakte van het meetvlak bedraagt:
– Hele cilinder: $S_m = 2\pi RI$
– Halve cilinder: $S_m = \pi RI$

Overige bronnen

Het meetvlak is gelijkvormig aan het referentielichaam. In het oppervlak van het referentievlak zijn het bodemvlak en de overige afsluitende zijvlakken, zoals muren, niet opgenomen.
De afstand tussen referentievlak en meetvlak moet voldoen aan:
$0{,}5\ \text{m} \leq R \leq 0{,}2\sqrt{S_{ref}}$

Uitvoering van de geluidmetingen

Algemeen

Als het geluidniveau met de verschillende bedrijfstoestanden varieert en verwacht wordt dat de variaties op alle meetpunten ongeveer gelijk zouden zijn, kan worden volstaan met een meting van de variaties op enkele referentiepunten. Voor de meest van belang zijnde bedrijfstoestand moet echter de gehele methode worden gevolgd.
Als blijkt dat op het meetvlak het geluidniveau van enige punten meer dan 10 dB boven het gemiddelde niveau uitkomen, wordt een andere brondefinitie gemaakt. Meestal is de verhoging een gevolg van een zeer sterke lokale bron, die mogelijk met een geconcentreerde bronmethode kan worden gemeten.
Omdat erg dicht op de bron wordt gemeten, wordt ervan uitgegaan dat stoorgeluid een geringe rol speelt. In voorkomende gevallen kan de stoorgeluidcorrectie zoals beschreven bij de algemene immissiemeetmethode (paragraaf 2.2.3) worden gebruikt.
Richtmicrofoons in de nabijheid van bronnen werken in dit kader niet naar behoren. Bij ernstige stoorgeluidproblematiek wordt zodoende aangeraden uit te wijken naar intensiteitsmetingen.
Bij lage frequenties kunnen grote fouten optreden ten gevolge van akoestische nabijheidsvelden. Als vooral in het lage frequentiebereik grote nauwkeurigheid wordt gevraagd, wordt aangeraden uit te wijken naar de intensiteitsmethode, of de meetafstand tot objecten te vergroten tot ten minste een kwart golflengte van het te meten geluid.
Het karakter van het geluid geeft geen beperkingen aan de methode.

Meetduur

Bij cyclische processen wordt op alle meetpunten tenminste een cyclus gemeten. Bij zwaaien omvat de meetduur per zwaai tenminste drie cyclussen.
Bij continue processen kan de meetduur over het algemeen tot 15 seconden worden beperkt. Uitgangspunt is dat de meting zolang wordt uitgevoerd dat er een eindwaarde benaderd wordt, die bij een verdere verlenging van de meetduur niet meer dan 0,5 dB verandert.

Aantal metingen

De meetpunten worden gelijkmatig verdeeld over het meetvlak.

Discrete meetpunten

Het aantal meetpunten N voldoet aan de voorwaarden uit tabel 2.15.

Tabel 2.15 Aantal discrete meetpunten afhankelijk van de soort bron met (S_m in m²)

Betreft	Aantal meetpunten
Geluidafstralende objecten	$N \geq S_m/(4\pi R^2)$
Openingen	$N \geq \sqrt{S_m}$

Als aannemelijk is dat de bron over zijn oppervlak min of meer gelijkmatig geluid uitstraalt en het aantal meetpunten volgens bovenstaande tabel onpraktisch hoog wordt, kan met een kleiner aantal punten volstaan worden. Richtlijn is voor kleine bronnen N ≥ 5 en voor bronnen met een referentie-oppervlak S_{ref} groter dan 200 m² N ≥ 10. Ook moet de standaarddeviatie van het gemiddelde (σ_n) voldoen aan $\sigma_n \leq 1$, waarbij σ_n wordt berekend volgens de formule:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(L_{pA}(i) - L_{pA})^2}{N\,(N-1)} \qquad (2.14)$$

Zwaaien

Een efficiënt alternatief voor het meten op discrete punten is de microfoon langzaam over het meetvlak te zwaaien en zo het gehele meetvlak of delen daarvan gelijkmatig af te tasten. Zwaaien moet bij voorkeur in platte vlakken plaats vinden. Voor de afstand d_z tussen de zwaailijnen geldt het criterium in tabel 2.16.

Tabel 2.16 Afstand dz tussen zwaailijnen afhankelijk van de soort bron

Betreft	Afstand d_z [m]
Geluidafstralende objecten	$d_z \leq 2R$
Openingen	$d_z \leq 1$ m

Bij voorkeur wordt een scan over een oppervlak driemaal herhaald waarbij zo mogelijk ook andere zwaailijnen gekozen worden.

Berekening van het geluidvermogen L_{WR}

Meetvlakniveau $<L_S>$

Van het aangepast meetvlak wordt het oppervlak S_m bepaald. Vervolgens wordt per deelvlak (met oppervlak S_k) het geluidniveau L_k per frequentieband gemeten. Vervolgens wordt hiermee het meetvlakniveau bepaald volgens de formule:

$$< L_s > = 10 \log \left(\frac{1}{S_m} \sum_{k=1}^{N} 10^{\frac{L_k}{10}} S_k \right) \qquad (2.15)$$

Als de oppervlakken van de deelvlakken minder dan 20% van het gemiddelde deelvlak- oppervlak verschillen, wordt direct over de meetpunten gemiddeld volgens de formule:

$$< L_s >= 10 \log\left(\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} 10^{\frac{L_k}{10}}\right) \qquad (2.16)$$

Nabijheidsveldcorrectie ΔL_F

Als dicht op de bron wordt gemeten, is er sprake van een geometrisch nabijheidsveld. Hiervoor kan worden gecorrigeerd door toepassing van de nabijheidsveldcorrectie ΔL_F. Maatgevend voor deze correctieterm is *Q*, die gedefinieerd wordt als de verhouding tussen het oppervlak van het referentievlak en het meetvlak. De bodem, de muren en ook andere niet afstralende zijvlakken worden niet meegeteld bij de bepaling van het meetvlak.

Tabel 2.17 Nabijheidsveldcorrectie ΔL_F

$Q = S_{ref}/S_m$	ΔL_F [dB]	Voorbeelden
$0{,}9 \leq Q < 1$	-3	Vlakke bronnen
$0{,}7 \leq Q < 0{,}9$	-2	Lange cilindrische meetvlakken om pijpen enzovoort
$0{,}4 \leq Q < 0{,}7$	-1	Vele van de gangbare meetvlakken rond grote apparaten
$0 \leq Q < 0{,}4$	0	Vormt overgang naar geconcentreerde bron
Algemeen:		
$Q \geq 0{,}4$	$-5*(Q - 0{,}4)$	
$Q < 0{,}4$	0	

Richtingsindex DI

Voor de bepaling van de richtingsindex moet de oriëntatie van de bron worden vastgesteld.

Vlakke bron

Voor vlakke bronnen wordt een richtingsindex aangehouden zoals deze telt voor gebouwvlakken in het overdrachtsmodel. Overdrachtsmodellen kennen vrijwel altijd schermen en vaak gebouwen als een afzonderlijk item. Als de richting is vastgelegd, brengt het rekenmodel de richtingsindex in rekening (zie paragraaf 2.3.3.6). In het geval dat in het rekenmodel geen gebouwen of schermen gemodelleerd kunnen worden, worden de vlakke bronnen als puntbronnen gemodelleerd, die in kritische situaties voor de verschillende richtingen voorzien zijn van verschillende richtingindices. Bij het overdrachtsmodel is de *DI* alleen in een bepaalde richtingssector geldig.

Overige bronnen

- als de bron gelijkmatig in alle richtingen straalt, is de richtingsindex *DI* = 0;
- als de bron vrij opgesteld staat maar richtingsafhankelijk uitstraalt, zal de *DI* door metingen bepaald moeten worden;
- als de bron richtingsafhankelijk uitstraalt, maar te midden van verstrooiende objecten staat, zal het richteffect verloren gaan. Meestal zal dan een term $D_{terrein}$ (zie paragraaf 3.2.3.6) bij de overdracht in rekening moeten worden gebracht;
- als de bron is opgesteld voor één of meer verticale reflecterende vlakken die deel uitmaken van de bron wordt een richtingsindex vastgesteld volgens de formule:

$$DI = 10 \log(4\pi/\Omega) \qquad (2.17)$$

waarbij wordt verstaan onder:
Ω = de niet afgeschermde ruimtehoek

DI houdt geen rekening met de bodem, waardoor deze bodem buiten beschouwing blijft. Bij het overdrachtsmodel is de *DI* alleen in een bepaalde richtingssector geldig.

Berekening geluidvermogen L_{WR}
De immissierelevante geluidvermogen wordt berekend volgens de formule:

$$L_{WR} = (L_s) + 10\ log S_m + \Delta L_F + DI \qquad (2.18)$$

De berekening vindt per octaafband plaats of in smallere banden, waarna de A-gewogen geluidvermogen uit de bijdrage van de diverse frequentiebanden wordt berekend.
Als in bepaalde gevallen alleen een schatting van de A-gewogen geluidvermogen is vereist, kan de procedure in zijn geheel direct op A-gewogen geluidniveaus worden toegepast.

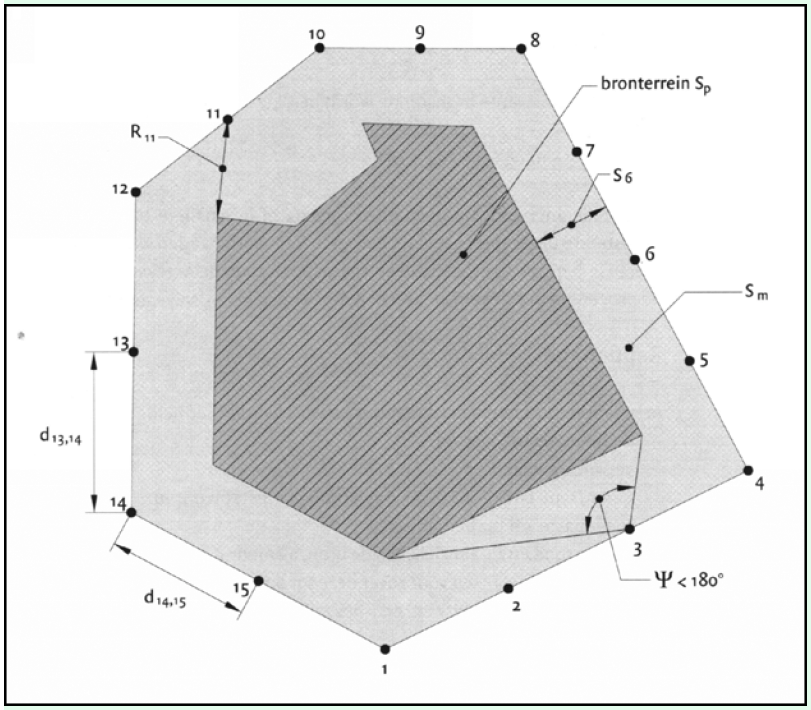
2.3.3.3. Rondommethode (methode II.4)

Algemeen

Het doel van de methode is het vaststellen van de immissierelevante geluidvermogen van uitgestrekte installaties, waarvan de horizontale afmetingen veel groter zijn dan de verticale afmetingen. Deze bronnen stralen min of meer gelijkmatig af tijdens een goed gedefinieerde bedrijfssituatie.

De metingen vinden in octaafbanden of smalbandiger plaats in het gehele gebied dat de 31,5 Hz tot en met 8.000 Hz octaafband omvat.

De metingen en berekeningen worden verricht volgens ISO 8297 [L.2]. Deze methode kan als volgt worden beschreven.



Figuur 2.13 Toelichting bij de keuze van de meetpunten

Ter bepaling van het geluidvermogen wordt allereerst het geluiddrukniveau gemeten op een aantal punten op een meetlijn, die op kleine afstand rond het brongebied ligt (zie figuur 2.13). Met de resultaten van de metingen kan met de formules die zijn gegeven aan het einde van deze paragraaf het geluidvermogen bepaald worden. Bij het bepalen van het geluidvermogen wordt uitgegaan van $D_{b,br} = -1$. Het bepaalde geluidvermogen bevat geen richtingsinformatie (de bron mag deze immers niet bevatten).

Het grote voordeel van de methode is dat in complexe situaties op betrekkelijk eenvoudige wijze een emissie wordt gevonden waarin interne afschermingen en verstrooiing door installaties op het bronterrein al verdisconteerd zijn.

In het algemeen is door de uitgestrektheid van het bronterrein en de verschillende bronhoogten, het effect van een afscherming zeer onnauwkeurig te berekenen, tenzij het scherm dichtbij het immissiepunt is gesitueerd.

Voor uitgestrekte bronterreinen, waarbij veel verstrooiing van geluid optreedt, is het overdrachtsmodel voldoende nauwkeurig. Een verfijnder overdrachtsmodel zal de nauwkeurigheid dan in het algemeen niet verbeteren. Wel moet worden overwogen dat als het bronterrein te midden van andere volgebouwde terreinen is gelegen, het effect van afscherming door andere installaties door berekeningen mogelijk enigszins wordt onderschat.

Dit kan worden ondervangen door het bronterrein in verscheidene delen van gelijke sterkte op te splitsen. De interne afscherming van het gehele brongebied wordt niet in de overdrachtsberekening betrokken, wel die van de naast het bronterrein gelegen installaties.

Toepassingsgebied

De methode is geschikt voor installaties en industrieën die in horizontale richting en veel uitgestrekter zijn dan in verticale. De horizontale afmetingen van het door de bronnen ingenomen oppervlak zijn beperkt door de voorwaarde:

$16 \geq \sqrt{S_p} \leq 320$ m

Hierin is S_p gelijk aan de grootte van het bronterrein.
De methode kan niet worden toegepast als de bron sterk richtingsafhankelijk afstraalt.
Het vastgestelde geluidvermogen kan worden gebruikt als het immissiepunt op een afstand R van het bron-centrum ligt, waarvoor geldt:

$R \geq 1{,}5\sqrt{S_p}$

Meetapparatuur

Bij gebruik van een omnidirectionele microfoon moet worden voldaan aan het gestelde bij de immissiemeting (zie paragraaf 2.2.6.2).

Vaststelling van de meetcondities

Brongeometrie en bedrijfssituatie

De metingen worden uitgevoerd tijdens een goed te omschrijven bedrijfssituatie. Naast een kwalitatieve bronomschrijving worden de volgende grootheden vastgesteld:
– de tijd dat de bron in werking is of de duur van de akoestisch onderscheidbare bedrijfstoestanden;
– de gemiddelde bronhoogte h_b (voor grote complexe industrieën is in het algemeen 5 m < h_b < 20 m);
– het oppervlakte S_p van het bronterrein, de brondiameter d en het broncentrum B.

Keuze van de meetlocaties

Keuze van de meetlijn

De meetpunten liggen op een gesloten meetlijn rondom het brongebied (zie figuur 2.13). Bij het vastleggen van de meetlijn moet aan de volgende randvoorwaarden worden voldaan:
– De gemiddelde afstand R_m (en bij voorkeur de afstand van ieder meetpunt) van de meetlijn tot aan de begrenzing van het brongebied moet voldoen aan
$R_m \geq 0{,}05\sqrt{S_p}$ en $R_m \geq 5$ m
– De afstand R_m wordt zo groot mogelijk gekozen als door stoorgeluid wordt toegelaten, mits:
$R_m \leq 0{,}5\sqrt{S_p}$ en $R_m \leq 35$ m
– Vanuit ieder punt op de meetlijn is de hoek ψ waaronder het bronterrein wordt gezien kleiner of gelijk aan 180^0.

Aantal meetpunten en meethoogte

Het aantal meetpunten is afhankelijk van de afstand van de meetlijn tot het broncentrum en de lengte l van de meetlijn. De afstand $d_{k,k+1}$ tussen twee naast elkaar gelegen meetpunten k en k + 1 moet voldoen aan:

$d_{k,k+1} \leq 2\ R_m$

Hierin is R_m de gemiddelde afstand tussen de meetpunten en het bronterrein en wordt berekend volgens de formule:

$$R_m = \frac{1}{N}\sum_{K=1}^{N} R_k \qquad (2.19)$$

De meetpunten moet en op gelijke afstand (binnen een fout en marge van 10%) van elkaar liggen. Als bepaalde meetpunten niet bereikbaar zijn, moet dit in de rapportage worden vermeld. Als op meer dan 10% van de punten niet kan worden gemeten moet een nieuwe meetlijn worden gekozen.

De meethoogte h_m wordt bepaald op basis van de (gemiddelde) bronhoogte h_b en het oppervlak S_m volgens de formule:

$$h_m = h_b + 0{,}025\sqrt{S_m} \text{ en minimaal } h_m = 5m \qquad (2.20)$$

Als een grotere hoogte dan 5 m wordt gewenst en de meethoogte is praktisch niet realiseerbaar, wordt zo hoog mogelijk gemeten. Dit is alleen toegestaan wanneer aannemelijk kan worden gemaakt dat op de werkelijke meethoogte dezelfde waarden worden gevonden als op de gewenste meethoogte.

Reflecties en afschermingen

Bij de keuze van de meetlijnen wordt zoveel mogelijk voldaan aan de volgende eisen:
- geen reflecterende vlakken buiten de meetlijn, die van invloed zijn op het te meten geluiddrukniveau;
- geen afschermende objecten tussen meetlijn en bronterrein (b.v. bronnen op daken, zoals dakventilatoren, koelaggregaten e.d. worden niet door de dakrand afgeschermd).

Weersomstandigheden

Er worden geen specifieke eisen gesteld aan de weersomstandigheden anders dan is aangegeven in paragraaf 2.1.2. Het meteoraam is niet van toepassing.

Uitvoering van de geluidmetingen

Algemeen

De geluidmetingen worden uitgevoerd in octaafbanden van 31,5 Hz tot en met 8.000 Hz.
Als stoorgeluid de meting beïnvloedt, kan een stoorgeluidcorrectie worden toegepast. Deze correctie bedraagt volgens de ISO-norm niet meer dan 1 dB op het totale niveau.
Als de signaal/stoorverhouding minder dan 6 dB bedraagt moet er rekening mee worden gehouden dat het berekende geluidvermogen te hoog is. Een aanvullende foutenanalyse moet dan deel uitmaken van de rapportage.

Meetduur

Op iedere meetplaats moet tenminste 1 minuut worden gemeten. Bij cyclische processen wordt aangeraden enige malen een geheel proces te meten.

Aantal metingen

Hoewel in principe voor elke bedrijfstoestand een complete rondommeting moet worden uitgevoerd, kan, als aannemelijk is dat de emissievariaties de niveaus op alle meetpunt en nagenoeg gelijk beïnvloeden, worden volstaan met een meting van die variaties op vier meetpunten rondom het bronterrein.

In ieder geval moet één complete rondommeting worden uitgevoerd.
Als op het bronterrein zeer hoge en immissierelevante bronnen aanwezig zijn, waarvan de bijdragen door de rondommeting niet meegenomen worden (in verband met afscherming en/of richtwerking van deze bronnen), wordt het geluidvermogen van deze bronnen afzonderlijk bepaald.

Berekening van het geluidvermogen L_{WR}

De berekening van het geluidvermogen verloopt volgens het onderstaande schema:

Stap 1

Het gemiddelde meetlijnniveau $<L_p>$ wordt uit het gemeten geluidniveau L_k op punt k per octaafband berekend volgens de formule:

$$< L_p > = 10\,log\left(\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} 10^{\frac{L_k}{10}}\right) \qquad (2.21)$$

Stap 2

Het verschil tussen het hoogste en laagste vastgestelde niveau L_k bedraagt ten hoogste 10 dB. Bij grotere verschillen moet een andere meetlijn of andere geluidvermogenbepalings-methode worden toegepast.
De octaafbandniveaus van het geluidniveau L_k die de octaafbandniveaus van het gemiddeld meetlijnniveau $<L_p>$, zoals bepaald in stap 1 met meer dan 5 dB overschrijden, worden vervangen door de gecorrigeerde waarde $L_k^* = <L_p> + 5$.

Stap 3

Er wordt per octaafband een gecorrigeerd gemiddeld meetlijnniveau $<L_p^*>$ berekend volgens de formule:

$$< L_p > = 10\,log\left(\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n} 10^{\frac{L_{k^*}}{10}}\right) \qquad (2.22)$$

Stap 4

Een oppervlakteterm ΔL_s wordt bepaald volgens de formule:

$$\Delta L_s = 10\log\frac{2S_m + h_m l}{S_o} \qquad (2.23)$$

waarbij wordt verstaan onder:
$S_o = 1\ m^2$
S_m = oppervlak omsloten door meetlijn in m^2
l = lengte van de meetlijn, dit is $\sum d_k$

Stap 5

De nabijheidsveldcorrectie ΔL_F wordt bepaald volgens de formule:

$$\Delta L_F = log\left(\frac{R_m}{4\sqrt{S_p}}\right) \qquad (2.24)$$

Stap 6

Als van een richtmicrofoon gebruik wordt gemaakt, moet een microfooncorrectie ΔL_m toegepast worden volgens de formule:

$$\Delta L_M = 3\left(1 - \frac{\theta}{90}\right) \quad (2.25)$$

waarbij wordt verstaan onder: Θ = hoek tussen de 0° richting en de richting waarbij de gevoeligheid van de microfoon met 3 dB is teruggevallen. Θ is ten hoogste 90°.

Stap 7

Voor de luchtabsorptieterm ΔL_a in de methode wordt de luchtabsorptiecoëfficiënt a_{lu} gebruikt behorend bij de actuele weersomstandigheden volgens ISO 9613-1 [C.1] dan wel van de standaardomstandigheden volgens het overdrachtsmodel van methode II (zie paragraaf 3.2.3.2). De luchtabsorptieterm kan worden bepaald volgens de formule:

$$\Delta L_a = 0{,}5 a_{lu} \sqrt{S_m} \quad (2.26)$$

Stap 8

Het geluidvermogen L_{WR} wordt per octaafband bepaald volgens de formule:

$$L_{WR} = (L_p) + \Delta L_s + \Delta L_F + \Delta L_M + \Delta L_a \quad (2.27)$$

Stap 9

Zonodig kan het A-gewogen geluidniveau berekend worden uit de energetische som van de A-gewogen octaafbandresultaten.

2.3.3.4. Intensiteitsmetingen (methode II.5)

Algemeen

Het totale akoestische geluidvermogen L_W wordt bepaald uit de geluidintensiteit die uit een gesloten oppervlak rond een geluidbron stroomt. Wiskundig is dit het product van de intensiteitsvector I_s en de normaalvector I_s op het oppervlak dS berekend volgens de formule:

$$L_W = 10log\left[\frac{|W|}{W_o}\right] \quad (2.28)$$

waarbij wordt verstaan onder: W_o = referentie geluidvermogen (= 10^{-12} W)

$$|W| = \left|\oint_S I_s * n\, dS\right| \quad (2.29)$$

Bij metingen op punten wordt deze integraal door de discrete som benaderd volgens de formule:

$$|W| = |\sum_{i=1}^{N} < I_s >_i nS_i \quad (2.30)$$

Toepassingsgebied

De intensiteitsmethode stelt in principe geen beperking aan de geluidbronnen, hoewel de toepassing bij zeer grote apparaten of industriecomplexen (te) ingewikkeld wordt.
Ervaring met het toepassen van twee van toepassing zijnde ISO-voorschriften bij middelgrote apparaten (bronafmetingen tot circa 4 m) leert dat in situaties, waarin het verschil tussen het oppervlakgemiddelde intensiteitsniveau meer dan 5 dB onder het meetvlakgemiddelde geluidniveau ligt, de toepassing van de zogenoemde F_4-indicator (zie ISO 9614-1) tot een onpraktisch hoog aantal meetpunten leidt. Omdat de intensiteitsmethode juist grote voordelen biedt als dit verschil groot

is, zal de situatie met zeer veel meetpunten in veel gevallen optreden. Het gebruik van de scanningsmethode wordt daarom sterk aanbevolen.

Meetapparatuur

Een speciale intensiteitsprobe en meetapparatuur is vereist (zie ISO 9614). Voor de verwerking van meetgegevens is een computer zeer gewenst.
Bij metingen van de intensiteit bij lage frequenties (< 100 Hz) is een grotere spacer noodzakelijk. Ook moet de registratieapparatuur gecorrigeerd worden voor de instrument-fasefout.

Uitvoering van intensiteitsmetingen

De bepaling van het geluidvermogen met behulp van intensiteitsmetingen is beschreven in:
– ISO 9614-1:1993 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurements at discrete points
– ISO 9614-2:1996 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurements by scanning

Het grote voordeel van de intensiteitsmeetmethoden is dat in situaties met veel stoorgeluid het geluidvermogen van een geluidbron nog nauwkeurig is vast te stellen. Als vuistregel geldt dat als stoorgeluid 10 dB meer bijdraagt op een meetvlak dan de te meten bron, met enige inspanning nog betrouwbaar kan worden gemeten. Bij hogere stoorgeluidniveaus verliezen de engineering methoden sterk aan nauwkeurigheid.
In elk van de in de standaarden genoemde methoden is een procedure opgenomen om een schatting te maken van de nauwkeurigheid van de methoden. Hiertoe worden naast de intensiteit ook de geluiddrukniveaus gemeten.

2.3.3.5. Snelheidsmetingen (trillingsmetingen, methode II.6)

Algemeen

De methode is gebaseerd op het gegeven dat er een relatie is tussen het snelheidsniveau L_v van het oppervlak en het afgestraalde geluid. Deze relatie wordt gegeven door de afstraalgraad σ of door de stralingsindex 10 log σ.
Per deeloppervlak S_k (waarvoor σ constant wordt verondersteld) geldt voor het afgestraalde geluidvermogen L_{Wk} volgens de formule:

$$L_{Wk} = L_v + 10 \log S_k + 10 \log\sigma - 34 \qquad (2.31)$$

Hier is:

$$L_v = 10log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{v(t)}{v_o}\right)^2 dt\right] \qquad (2.32)$$

waarbij wordt verstaan onder:
$v(t)$ = snelheid van het oppervlak in m/s
v_o = referentiesnelheid ($=10^{-9}$ m/s)

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast als er door stoorgeluid geen mogelijkheden zijn het afgestraalde geluid direct te meten.
De methode is vanwege de onzekerheid in de afstraalfactor niet erg nauwkeurig. Combinatie met of aanvulling van andere methoden wordt daarom aanbevolen.
In literatuur [L.4], [L.5] en [L.6] wordt ingegaan op specifieke aspecten bij het verrichten en analyseren van snelheidsmetingen.

Meetapparatuur

Bij snelheidsmetingen wordt gebruik gemaakt van versnellingsopnemers. De mechanische bevestiging van deze versnellingsopnemers is aangegeven in ISO 5348.

Er moet in ieder geval aandacht worden besteed aan de door de fabrikant gegeven specificaties en eigenschappen (stijfheid van de bevestiging, eigenfrequentie opnemer, invloed eigen massa op trillingsgedrag object). Het gebruik van zogenoemde tasters wordt voor deze toepassingen niet toegelaten.

Uitvoering van de snelheidsmetingen

Bij de uitvoering van de metingen moet gelet worden op het meten van een voldoende aantal meetpunten. Bij kleine deeloppervlakken kan het snelheidsniveau op één meetpunt worden gebaseerd. In de praktijk zullen in het algemeen meer punten vereist zijn. Het snelheidsniveau wordt dan over de meetpunten energetisch gemiddeld (indicatie: 3 per oppervlakelement).
Afhankelijk van de bevestigingsmethode wordt een eigenfrequentie bij de metingen geïntroduceerd. In het verkregen spectrum wordt dit opgemerkt als een piek. Bij de geluidvermogenbepaling moeten deze pieken niet worden meegenomen. Hierdoor zou een te hoge geluidvermogen bepaald worden. Bij het in de hand vasthouden van trillingafnemers bedraagt de eigenfrequentie 1.000-2.000 Hz. Bij het vastschroeven van de opnemer bedraagt de eigenfrequentie circa 3.000 Hz.

Aanbevolen wordt de trillingsopnemers op voetjes te schroeven die vooraf op het oppervlak worden gelijmd.

Berekening van het geluidvermogen L_w

Het totale geluidvermogen van alle deeloppervlakken wordt vervolgens bepaald volgens de formule:

$$L_w = 10log \sum_{i}^{n} 10^{\frac{L_{W_i}}{10}} \qquad (2.33)$$

De daadwerkelijke geluidemissie ten gevolge van de trillingen is sterk afhankelijk van de afstraalgraad σ. Doorgaans wordt uitgegaan van 10 log σ = 0. Met deze waarde zal het werkelijk afgestraalde vermogen veelal redelijk met het berekende geluidvermogen overeenkomen.

Het werkelijk afgestraalde vermogen kan duidelijk kleiner zijn dan het berekende geluidvermogen als:
– de kleinste afmeting van het oppervlak kleiner is dan een halve golflengte; of
– het uitstralend vlak over afstanden groter dan een halve golflengte homogeen is en de frequentie beneden de grens frequentie ligt.

Gebruikers worden aangemoedigd voor het bepalen van de afstraalgraad theoretische of empirische modellen te gebruiken. Een samenvatting van bevindingen is onder andere vermeld in ICG -rapport IL-HR-13-04 [L.7].

2.3.3.6. Uitstraling gebouwen (methode II.7)

Algemeen

Ten behoeve van prognoses en als aanvulling op emissiemetingen in bestaande situaties, kan de transmissie door wanden en daken van gebouwen berekend worden.
Er wordt uitgegaan van een bekend geluiddrukniveau L_p aan de binnenzijde van de wand (of dak). Het geluidvermogen wordt vervolgens bepaald volgens de formule:

$$L_{Wi} = L_{pi} + 10\ log\ S_i - r_i - C_d \qquad (2.34)$$

waarbij wordt verstaan onder:
L_{Wi} = geluidvermogen van wanddeel i.
L_{pi} = het geluiddrukniveau op 1 à 2 m aan de binnenzijde voor het wanddeel i.
S_i = het oppervlak van wanddeel i in m^2.
R_i = luchtgeluidisolatie van wanddeel *i*.
C_d = correctieterm voor de diffusiteit van het veld in de ruimte.
N.B. Wanddelen worden afzonderlijk doorgerekend.

De correctieterm C_d kan in theorie waarden aannemen tussen 0 dB, in het directe veld met een volledig absorberende achterliggende wand, tot 6 dB, in ideaal diffuse ruimten. Binnen industriële

gebouwen zal in veel situaties het geluid in belangrijke mate bepaald worden door het directe veld en alleen gedeeltelijk door het galmveld. De correctieterm C_d varieert in de praktijk daarom meestal tussen:
– C_d = 5 dB: galmende ruimten, sterk diffuse geluidvelden en
– C_d = 3 dB: sterk gedempte ruimten, weinig diffuse geluidvelden.

Een voorbeeld van een situatie met een sterk diffuus geluidveld is een grote hal met weinig opslag, enkele verspreide machines, geen extra absorptie en weinig openingen (C_d = 5 dB).

Voorbeelden van een situatie met een weinig diffuus geluidveld zijn:
– een hal met veel dicht op elkaar staande machines en/of veel opslag;
– een hal waarin een goed absorberend plafond is aangebracht;
– een hal waarbij de belangrijkste bron nabij de wand is opgesteld (C_d = 3 dB).

Voor het bepalen van de geluidisolatiewaarde R_i van wand-, gevel- en dakconstructies zijn er diverse tabellen in omloop.

Belangrijk daarbij is:
– door openingen en geluidtechnisch zwakke aansluitdetailleringen zijn de optredende isolatiewaarden in veel praktijksituaties veel lager dan de aangegeven waarden;
– bij lichte wandconstructies is de isolatie in de praktijk aanzienlijk lager dan op basis van laboratoriummetingen verwacht mag worden. Deze afwijking wordt alleen niet veroorzaakt door constructiefouten, maar ook door het feit dat in het laboratorium de randeffecten een veel grotere rol spelen dan bij industriehallen en dergelijke waar veel grotere oppervlakken worden toegepast;
– ten gevolge van de variaties in het wandmateriaal, de wijze van bevestiging en meettechnische verschillen, zal de werkelijke isolatie kunnen afwijken van die in de tabel.

In de toelichting (hoofdstuk 6) is een tabel gegeven met enkele isolatiewaarden.

Aanvullende metingen

In bestaande situaties is het zinvol om de berekeningen van de geluidisolatie van wand delen te combineren met aanvullende metingen.
Een luchtgeluidisolatiemeting met een kunstbron
Hierbij moet op het volgende worden gelet:
– de bron moet een groot oppervlak aanstralen onder een representatieve invalshoek of moet een diffuus geluidveld in de hal veroorzaken;
– het geluidniveau moet aan beide zijden van de wand op ten minste 1 m, en bij voorkeur op wat grotere afstand van de wand worden gemeten. In het algemene geval waarbij de wand als akoestisch hard mag worden beschouwd geldt:

$$R_i = \Delta L - 3 \qquad (2.35)$$

waarbij ΔL het verschil in gemeten geluidniveau aan beide zijden van de wand is. Als wanddeel i volledig absorberend is, geldt:

$$R_i = \Delta L \qquad (2.36)$$

Een contactgeluidisolatiemeting

Een snelheidsmeting op de hoofdondersteuningsconstructie (de vloer en de wand zelf) kan worden verricht om na te gaan of door contactgeluid een bijdrage aan de afstraling van het gebouw wordt geleverd. Deze meting wordt meer van belang als de luchtgeluidisolatie van de wand hoog is (boven 25 dB bij 500 Hz). Men moet onder meer met het volgende rekening houden:
– het luchtgeluid veroorzaakt ook trillingen in de bouwkundige constructie. De mate waarin, kan door combinatie met een luchtgeluidisolatiemeting worden bepaald;
– relatief lichte wandbeplating kan enkele dB's sterker trillen dan de zwaardere vloer- en constructiedelen die deze wandbeplating aanstoten.

Als in een prognosestadium voor wanden hoge luchtgeluidisolatiewaarden worden voorspeld en zware machines worden opgesteld in de bedrijfsruimte, is het van belang de contactgeluidisolatie te berekenen. Deze berekeningswijze valt buiten het kader van methode II.

Berekening van het geluidvermogen L_{WR}

De geluiduitstraling van verticale vlakke gebouwdelen wordt gemodelleerd door puntbronnen die zijn gesitueerd direct voor een afschermend (zie paragraaf 3.2.3.4) object dat de hele betreffende wand van het gebouw representeert.
In het algemeen geldt voor de wanddelen van een gebouw de formule:

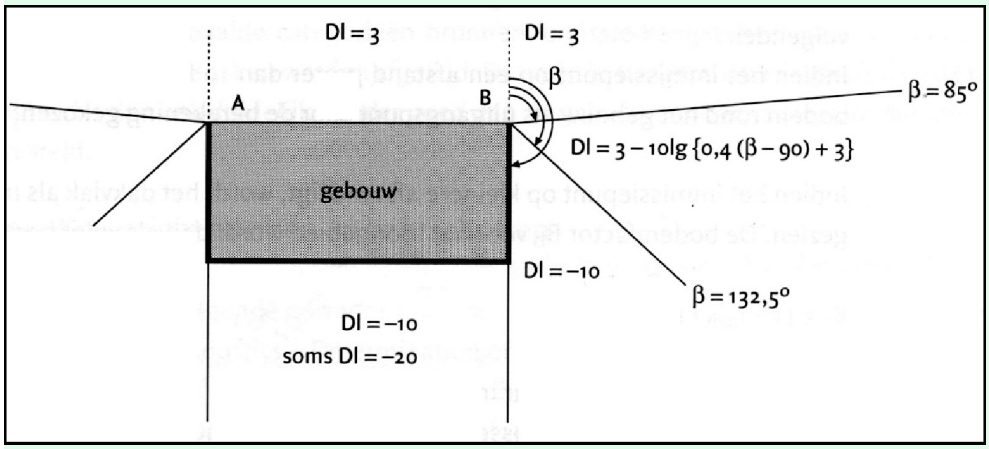
$$L_{WR} = L_W + DI \qquad (2.37)$$

Hierbij zijn L_{WR} respectievelijk L_W de immissierelevante geluidvermogen en het geluidvermogen van het wanddeel, en is *DI* de richtingsindex gezien vanuit het broncentrum van het betreffende wanddeel. Voor wanddelen van een gebouw geldt een richtingsindex volgens tabel 2.18.

Tabel 2.18 Richtingsindex bij wanden voor een hoek β

β [°]	DI [dB]
0-85	3
85 – 132,5	3-10log(0,4(β-90)+3)
≥ 132,5	-10

Hierin is β de hoek tussen de normaal en de immissierichting in graden (zie figuur 2.14). Naar de achterzijde van het gebouw kan de afscherming veel groter zijn, als er geen (zwakke) storende reflecties optreden. In die situatie mag als maximale afscherming *DI* = -20 dB worden aangehouden, waarbij deze keuze in de rapportage gemotiveerd moet worden.

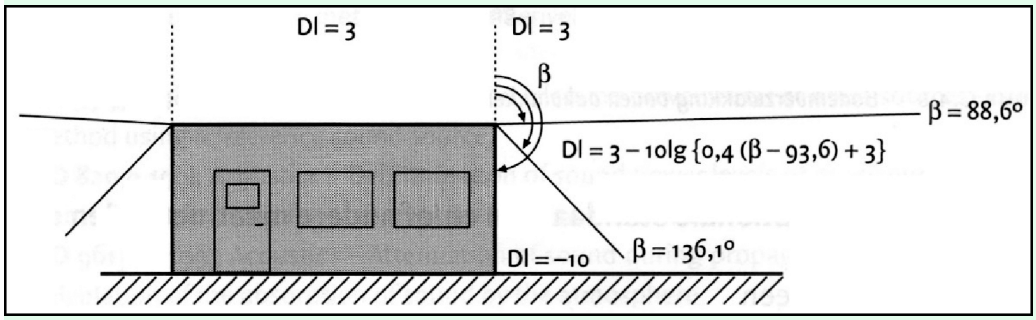


Figuur 2.14 De richtingsindex bij uitstraling van gevel (bovenaanzicht)

Voor de afstraling van daken moet rekening gehouden worden met de kromming van de geluidpaden ten gevolge van meteorologische invloeden. Hierbij wordt een kromtestraal van *8r* aangenomen (zie paragraaf 3.2.3.4). Voor horizontale vlakke daken geldt dan een richtingsindex volgens tabel 2.19.

Tabel 2.19 Richtingsindex bij daken voor een hoek β

β [°]	*DI* [dB]
0 – 88,6	3
88,6 – 136,1	3-10log(0,4(β-93,6)+3)
≥ 88,6	-10



Figuur 2.15 De richtingsindex bij afstraling van horizontale vlakke daken (zij-aanzicht)

Voor schuine gebouwdelen, zoals schuine dakvlakken en schuine gevelvlakken, kan een schuine normaal worden gedefinieerd. Voor kleine dakhellingshoeken, waarbij de hoek tussen de normaal van het schuine dakdeel en de verticaal minder dan 10° bedraagt, wordt de richtingsindex van horizontale daken gebruikt, in alle andere gevallen de richtingsindex van wanddelen.

3. Bepaling overdracht

3.1. Methode I

3.1.1. Basisformule

Het doel van de overdrachtsberekening is de bepaling van het gestandaardiseerd immissieniveau uit de (gemeten) geluidvermogen. Het gestandaardiseerd immissieniveau L_i per bron wordt berekend volgens de formule:

$$L_i = L_{WR} - D_o - D_s \qquad (3.1)$$

waarbij wordt verstaan onder:
D_o = geluidverzwakking bij vrije uitbreiding
D_s = geluidverzwakking door afscherming

D_o

De geluidverzwakking bij vrije uitbreiding wordt bepaald door de geometrische uitbreiding, luchtdemping en bodemverzwakking. Rekening houdend met deze factoren kan de overdrachtsdemping voor een beoordelingspunt boven een harde bodem of $h_o \geq 2{,}5$ m boven een absorberende bodem worden berekend volgens de formule:

$$D_o = 20 \log(r_i) + 0{,}005\, r_i + 9{,}1 \qquad (3.2)$$

óf voor een beoordelingspunt op $h_o < 2{,}5$ m boven een absorberende bodem volgens de formule:

$$D_o = 20 \log (r_i) + 0{,}01\, r_i + 10{,}1 \qquad (3.3)$$

De maximale afstand van broncentrum tot beoordelingspunt tot waar de overdracht binnen de vereiste nauwkeurigheid kan worden bepaald, is $r_i = 150$ m (zie ook paragraaf 1.2.1). Voor grotere afstanden kan de nauwkeurigheid van de methode sterk verslechteren. Wanneer deze afname in nauwkeurigheid acceptabel wordt geacht, bijvoorbeeld voor een indicatieve bepaling van de geluidsituatie, kan de methode ook voor afstanden tot 500 m worden toegepast, mits de beoordelingshoogte $h_o \geq 5$ m bedraagt.

D_S

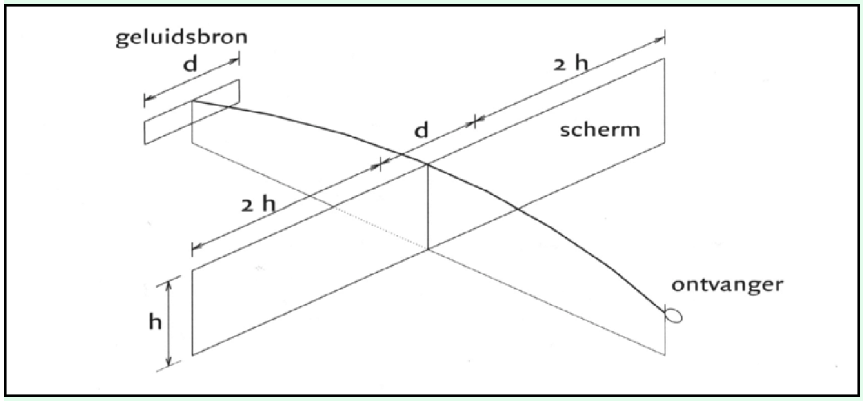
Met methode I kan geen exacte invloed van afschermingen worden berekend. Alleen ter indicatie kan voor een eenvoudige bron-schermgeometrie met een plaatsvaste bron een te verwachten minimale afschermende werking worden bepaald (conservatieve schatting) en wel onder de volgende voorwaarden.

Verticale afschermingen

- de afscherming bestaat uit een geheel gesloten structuur (geen struiken, bomen, enzovoort);
- de massa van het scherm bedraagt tenminste 10 kg/m^2;
- er bevinden zich geen reflecterende vlakken op afstanden kleiner dan 10 m in de nabijheid van de bron;
- van uit het beoordelingspunt gezien is er geen reflecterend vlak achter de bron gelegen (gevels);
- er is sprake van een scherm en niet van een geluidswal. Een wal heeft namelijk een andere geluidafschermende werking dan een scherm.

Ook voldoet het scherm aan de volgende ruimtelijke specificaties:

- in het horizontale vlak loopt het scherm aan beide zijden voorbij de uiterste bronbegrenzing door tot een lengte die gelijk is aan tenminste tweemaal de hoogte van het scherm (zie figuur 3.1);
- het scherm heeft een hoogte die tenminste 1 m boven de directe zichtlijn van het hoogste punt van de bron naar het beoordelingspunt uitsteekt;
- het scherm is op een afstand van de bron van ten hoogste 25 m geplaatst.



Figuur 3.1 Toelichting ruimtelijke specificatie verticale afschermingen

Afschermingen (dakranden)

- er bevinden zich geen reflecterende vlakken op afstanden kleiner dan 10 m in de nabijheid van de bron;
- in het horizontale vlak loopt de dakrand aan beide zijden voorbij de uiterste bronbegrenzing door tot een lengte die gelijk is aan tenminste tweemaal de hoogte Δx. Deze hoogte komt overeen met de lengte van de verbindingslijn tussen de directe lijn en de omweg. De verbindingslijn staat hierbij loodrecht op de directe lijn (zie figuur 3.1);
- de dakrand heeft een hoogte Δx die tenminste 1 m boven de directe zichtlijn van het hoogste punt van de bron naar het beoordelingspunt uitsteekt;
- de afstand van het `scherm' tot de bron bedraagt ten hoogste 25 m.

Als voldaan wordt aan deze condities is de term D_s gelijk aan 5 dB. Bij het niet voldoen aan deze condities is de term D_s gelijk aan 0 dB. Voor een meer kwantitatieve benadering wordt verwezen naar methode II.

3.1.2. Versterking door reflectie(s)

Algemeen

Randvoorwaarde voor de toepassing van resultaten van brongerichte geluidmetingen is dat er geen reflecties nabij de bron aanwezig zijn die het geluidvermogen zullen beïnvloeden. Bij een opgegeven geluidvermogen (vastgesteld uit metingen elders waarbij reflecties zijn geëlimineerd) kunnen overdrachtsberekeningen worden uitgevoerd voor situaties met een reflecterend vlak achter het beoordelingspunt (gezien vanaf de bron) of met een reflecterend vlak achter de bron (gezien vanuit het beoordelingspunt). Voor andere situaties wordt verwezen naar methode II.

Reflectievlak achter het beoordelingspunt

Onder een reflecterend vlak achter het beoordelingspunt wordt verstaan een verticaal gevelvlak met afmetingen gelijk aan tenminste 2 x de afstand van het beoordelingspunt tot het gevelvlak. Als hieraan niet voldaan wordt, wordt een andere meetlocatie gekozen, zodanig dat eenduidig is vast te stellen of er sprake is van een situatie met of zonder reflectievlak.
De reflectie in het gevelvlak dat als reflectievlak te kenmerken is, wordt niet in de beoordeling meegenomen (C_g = 0 dB), tenzij dit uitdrukkelijk bij de grenswaarden of anderszins is geregeld.
Wanneer de `eigen gevelreflectie' moet worden verdisconteerd, kan dit op gelijke wijze geschieden als in paragraaf 4.4.1 is aangegeven.

Reflectievlak achter de bron

Wanneer een reflecterend vlak achter een bron (gezien vanuit een beoordelingspunt) een afmeting heeft gelijk aan tenminste 2 x de projectie van die bron op dit vlak én de afstand van de bron tot dit vlak kleiner dan 10 m is, wordt het gestandaardiseerd immissieniveau ten gevolge van de betreffende bron met 2 dB verhoogd.

3.2. Methode II: overdrachtsmodel (II.8)

3.2.1. Algemeen

Het overdrachtsmodel voor methode II is ontwikkeld voor een zo nauwkeurig mogelijke berekening van de geluidoverdracht. Het model is vooral gemaakt voor het prognosticeren van immissieniveaus uit geluidvermogenmetingen en overdrachtsberekeningen in complexere situaties. Het model is getoetst op afstanden van enige tientallen meters tot één à anderhalve kilometer van de bron. Voor metingen en berekeningen over grotere afstanden wordt het overdrachtsmodel echter ook gebruikt.

De nauwkeurigheid van de berekening wordt in belangrijke mate door drie factoren bepaald:
– De nauwkeurigheid van de invoergegevens (schattingen van de bedrijfsduurcorrectie, de nauwkeurigheid van de metingen die ten grondslag liggen aan een geluidvermogenbepaling e.d.);
– Het ontwerp van het model (simplificaties die aangebracht zijn om de werkelijkheid te kunnen modelleren, keuze van bodemhardheden, schematisering van afschermende objecten e.d.).

De fouten nemen toe naarmate de situatie complexer is. Bij de overdrachtsberekening worden de werkelijke geluidbronnen gerepresenteerd door puntbronnen of vlakke bronnen. Het geluidvermogen van deze bronnen is bepaald volgens de procedure zoals omschreven in hoofdstuk 2. Dit geluidvermogen kan per bedrijfstoestand en/of richting verschillen (immissierelevante geluidvermogen).

3.2.2. Bronbeschrijving

3.2.2.1. Samenvoegen van bronnen

Als voor een groep soortgelijke bronnen, die ongeveer gelijke hoogten hebben, ongeveer gelijke omstandigheden voor de overdracht naar het immissiepunt gelden, mag deze groep door één puntbron worden vervangen, als de afstand van het midden van de geluidbronnen tot het immissiepunt gelijk is aan of groter is dan anderhalf maal de grootste diameter van het betreffende brongebied, ofwel $R \geq 1{,}5\ d$.

3.2.2.2. Splitsen van bronnen

Als op relatief korte afstand van geluidbronnen ($R < 1{,}5\ d$) het geluidimmissieniveau berekend moet worden of als bij een uitgestrekte bron voor verschillende onderdelen andere overdrachtsomstandigheden gelden (met name voor afscherming), moet de bron worden opgedeeld in een aantal puntbronnen. Zeer sterke of uitzonderlijk hoog geplaatste bronnen worden steeds apart in de berekening betrokken.
Bij het opdelen van bronnen is het noodzakelijk om te weten of de deelbronnen incoherent of coherent zijn.

Incoherent

De verschillende geluidimmissieniveaus op het beoordelingspunt ten gevolge van de deelbronnen kunnen eenvoudig energetisch gesommeerd worden. Als er geen onderlinge afscherming van de deelbronnen optreedt, kan het geluiddrukniveau hoog oplopen (voor monopolen in theorie tot oneindig) als de afstand tot het vlak van de deelbronnen veel kleiner wordt dan de dimensies van het vlak.

Coherent

Op korte afstand $R < 1{,}5\ d$ mag, als er sprake is van coherente bronnen, geen opdeling in deelbronnen worden uitgevoerd zonder dat de coherentie van de bronnen mede wordt beschouwd.

Op korte afstand van wanden, openingen en machinedelen moet hiermee rekening worden gehouden. De eenvoudigste vorm is isotrope afstraling. (Dit is de grondslag voor de benadering, die voor het geometrisch nabijheidsveld in paragraaf 2.3.3.2 is gegeven.)

3.2.3. Basisformule

Voor het berekenen van de geluidimmissie wordt de immissierelevante geluidvermogen van de verschillende bronnen verminderd met de geluidoverdracht naar het immissiepunt, veelal het beoordelingspunt. Berekend wordt het invallend geluid.
De berekening van de geluidoverdracht wordt uitgevoerd per bron, per immissiepunt en per octaafband volgens de formule:

$$L_i = L_{WR} - \sum D \qquad (3.4)$$

waarbij wordt verstaan onder:
L_{WR} = de immissierelevante geluidvermogen
L_i = het gestandaardiseerde immissieniveau bij het immissiepunt (veelal het beoordelingspunt)
ΣD = verzamelterm van alle verzwakkingen. Deze term bestaat uit:

$$\sum D = D_{geo} + D_{lucht} + D_{refl} + D_{scherm} + D_{verg} + D_{terrein} + D_{bodem} + D_{huis} \qquad (3.5)$$

waarbij wordt verstaan onder:
D_{geo} = afname van het geluidniveau door geometrische uitbreiding;
D_{lucht} = afname van het geluidniveau door absorptie in lucht;
D_{refl} = afname door reflectie tegen obstakels (deze term is negatief);
D_{scherm} = afname ten gevolge van afscherming door akoestisch goed isolerende obstakels (dijken, wallen, gebouwen);
D_{verg} = afname vanwege geluidverstrooiing aan en absorptie door vegetatie;
$D_{terrein}$ = afname door verstrooiing en absorptie door installaties op het industrieterrein voor zover deze niet in de overige termen is begrepen;
D_{bodem} = afname ten gevolge van reflectie tegen, verstrooiing aan en absorptie door bodem (deze term kan ook negatief zijn);
D_{huis} = afname door reflecties tegen bebouwing in de buurt van het immissiepunt. Ook de invloed van geluidvoortplanting door de bebouwing (reflectie, buiging, verstrooiing) wordt in deze term betrokken.

In de navolgende paragrafen wordt op verschillende dempingstermen nader ingegaan.

3.2.3.1. D_{geo}

In de overdrachtsberekening wordt uitgegaan van uitbreiding over een hele bol volgens de formule:

$$D_{geo} = 10\log(4\pi r_i^2) = 20\log(r_i) + 11 \qquad (3.6)$$

Met:

r_i = afstand tussen het broncentrum en het immissiepunt. Deze afstand is de lengte van de rechte verbindingslijn tussen broncentrum en immissiepunt, en dus niet een projectie van die lijn op het horizontale vlak.

3.2.3.2. D_{lucht}

De luchtabsorptie wordt bepaald volgens de formule:

$$D_{lucht} = a_{lu}(f) r_i \qquad (3.7)$$

De waarden voor de luchtabsorptiecoëfficiënt a_{lu} zijn vermeld in tabel 3.1.

Tabel 3.1 De luchtabsorptiecoëfficiënt in dB/m in octaafbandwaarden en tertsbanden met aangegeven middenfrequenties in Hz (ISO 9613-1: 1993, bij een temperatuur van 10 °C en een relatieve vochtigheid van 80%)

Middenfrequentie octaafbanden [Hz]	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
a_{lu} [dB/m] octaafbanden	2.10^{-5}	7.10^{-5}	$2,5.10^{-4}$	$7,6.10^{-4}$	$1,6.10^{-3}$	$2,9.10^{-3}$	$6,2.10^{-3}$	$1,9.10^{-2}$	$6,7.10^{-2}$
a_{lu} [dB/m] tertsband f_{onder}	2.10^{-5}	7.10^{-5}	$2,5.10^{-4}$	$7,6.10^{-4}$	$1,6.10^{-3}$	$2,9.10^{-3}$	$6,2.10^{-3}$	$1,9.10^{-2}$	$6,7.10^{-2}$
a_{lu} [dB/m] tertsband f_{midden}	3.10^{-5}	$1,08.10^{-4}$	$3,8.10^{-4}$	$1,02.10^{-3}$	$1,97.10^{-3}$	$3,57.10^{-3}$	$8,76.10^{-3}$	$2,87.10^{-2}$	$1,03.10^{-1}$
a_{lu} [dB/m] tertsband f_{boven}	4.10^{-5}	$1,67.10^{-4}$	$5,5.10^{-4}$	$1,31.10^{-3}$	$2,36.10^{-3}$	$4,62.10^{-3}$	$1,27.10^{-2}$	$4,39.10^{-2}$	$1,57.10^{-1}$

In specifieke situaties kan beargumenteerd van de in tabel 3.1 gegeven waarden worden afgeweken.

3.2.3.3. D_{refl}

Als er geen reflecterende objecten zijn geldt: $D_{refl} = 0$ dB

Als er wel reflecterende objecten zijn, worden hieraan de volgende eisen gesteld om in de berekening als reflecterend object te worden aangemerkt:
- het reflecterend object heeft dwars op het geluidpad afmetingen die groter zijn dan de betreffende golflengte van het geluid;
- het object wordt vanuit de bron en/of vanuit het immissiepunt gezien onder een hoek van tenminste 5° in het horizontale vlak;
- de hoogte van het object moet groter zijn dan:

$$h_{br} + {}^{r_{br}}/_{16} \text{ of } h_o + {}^{r_{or}}/_{16} \qquad (3.8)$$

waarbij wordt verstaan onder:
r_{br} = afstand van de bron tot het reflecterend object
r_{or} = afstand van het immissiepunt tot het reflecterend object
- het object heeft een min of meer vlakke en geluidreflecterende wand. Bomenrijen en open procesinstallaties worden zo buitengesloten;
- het geluid kan via een reflectie (zoals bij een optische spiegeling) het immissiepunt bereiken (zie figuur 3.2).

Geluidvermogen van de spiegelbron

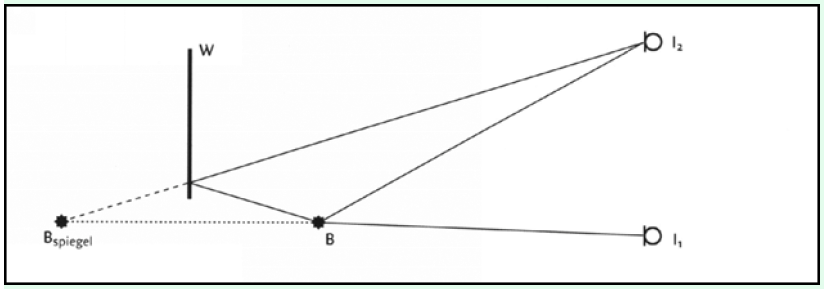
De reflectie wordt in rekening gebracht door een spiegelbron te veronderstellen. De geluidbijdrage via de reflectie kan sterk verschillen van de bijdrage via de directe weg, bijvoorbeeld door aanwezigheid van een afscherming. De spiegelbron wordt als een aparte bron berekend en in formule 3.5 is $D_{refl} = 0$ dB. Voor het geluidvermogen van de spiegelbron geldt:

$$(L_{WR})_{spiegel} = L_{WR} + 10\log \rho \qquad (3.9)$$

Opmerkingen

- rekening moet worden gehouden met het feit dat het geluidvermogen in de richting van het immissiepunt kan verschillen van het geluidvermogen in de richting van het reflecterende object;
- reflecties tegen de bodem worden door toepassing van D_{bodem} in rekening gebracht;
- spiegelbronnen kunnen worden verwaarloosd als hun gezamenlijke bijdrage meer dan 7 dB onder het geluidimmissieniveau van de bron ligt;
- enkele waarden voor ρ, de reflectiecoëfficiënt voor de geluidenergie, worden gegeven in tabel 3.2;

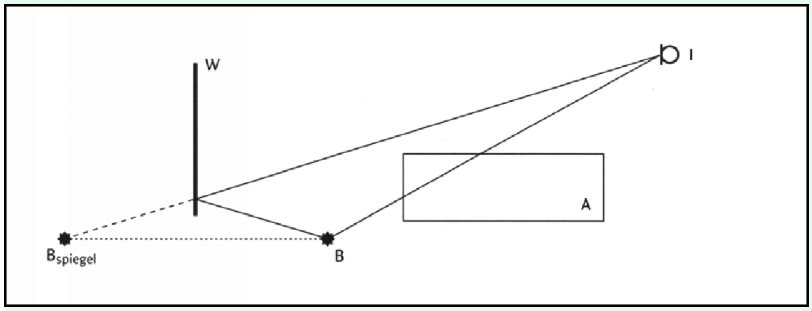
– in bovenstaande rekenwijze is berekening van D_{refl} ter bepaling van de verzamelterm van alle verzwakkingen volgens formule 3.5 niet nodig om het immissieniveau L_i te kunnen berekenen. Is berekening van D_{refl} dat toch gewenst, bijvoorbeeld om het effect van reflecties inzichtelijk te maken, dan kan D_{refl} worden bepaald door in het immissiepunt de immissiegeluidniveaus vanwege alle spiegelbronnen energetisch op te tellen bij het immissiegeluidniveau via het directe geluidpad, en vervolgens het berekende totale immissiegeluidniveau rekenkundig af te trekken van het berekende immissiegeluidniveau via alleen het directe geluidpad. De resulterende waarde voor D_{refl} is dus negatief, of afgerond nul als reflecties geen bijdrage blijken te leveren.



Figuur 3.2 Toelichting op optische spiegeling

Het pad van het gereflecteerde geluid (zie figuur 3.3) wordt gelijk aan dat van een gereflecteerde lichtstraal gedacht. De bron B wordt gespiegeld in het vlak van de reflecterende wand W:

– Naar I_1 zijn geen reflecties mogelijk: $D_{refl} = 0$ dB
– Naar I_2 zijn wel reflecties mogelijk: D_{refl} is vooral afhankelijk van de reflectiecoëfficiënt van wand W en de afstand $B_{spiegel} – I_2$ ten opzichte van de afstand $B – I_2$.



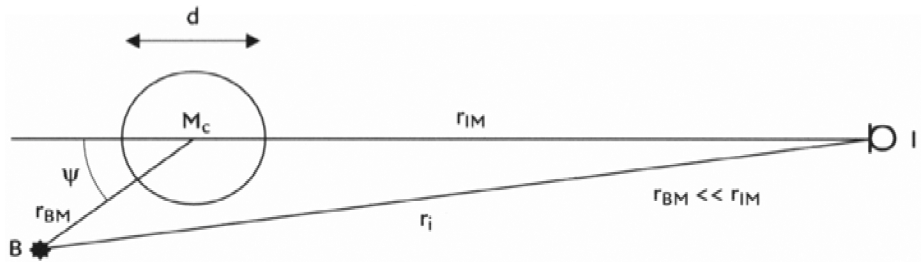
Figuur 3.3 Situatie met verschillende overdrachten

In figuur 3.3 wordt de directe straal afgeschermd door gebouw A en de gereflecteerde straal gaat langs het gebouw. De overdrachtseffecten langs de directe weg en langs de gereflecteerde weg verschillen sterk.

Tabel 3.2 Waarden voor de reflectiecoëfficiënt ρ

Aard van het object	Reflectiecoëfficiënt ρ
vlakke harde wanden	1
wanden van gebouwen met ramen en kleine uitbouwen	0,8
fabriekswanden voor 50% bedekt met openingen, installaties en pijpen	0,4
cilinders met harde wanden (tanks, silo's)	$\frac{d\sin(\frac{\Psi}{2})}{2r_{bm}}$
open installaties	0
d = diameter cilinder r_{BM} = afstand bron tot het midden van de cilinder M Ψ = supplement va n de hoek tussen de lijnen B-M en I-M	

Aard van het object	Reflectiecoëfficiënt ρ



Meervoudige reflecties

Gereflecteerd geluid kan opnieuw gereflecteerd worden. Daarvoor kan opnieuw de hierboven beschreven rekenwijze worden gehanteerd, waarbij de spiegelbron $B_{spiegel}$ als bron B wordt gehanteerd. Op deze wijze kunnen niet alleen primaire reflecties worden berekend, maar ook secundaire en volgende.

In veel situaties volstaat het rekenen met enkelvoudige reflecties.

Als voor de modellering van de richtingsindex DI van de geluiduitstraling van gebouwdelen of vlakke bronnen gebruik wordt gemaakt van reflecties in een reflecterend scherm, dan worden van de primaire reflectie tegen dat 'bron-gekoppelde' scherm nabij de bron ook de reflecties tegen andere objecten meegerekend.

Ook in andere specifieke situaties kunnen meervoudige reflecties een niet verwaarloosbare bijdrage leveren aan het totale geluidniveau in een beoordelingspunt.

Bij meervoudige reflecties is de kans groter dat zich meer afschermende objecten op het geluidpad bevinden dan bij enkelvoudige reflecties. De maximering van het afschermende effect op 20 dB, ingegeven door allerlei effecten waarmee in de HMRI geen rekening wordt gehouden, kan tot overschatting van de bijdrage van (meervoudige) reflecties leiden. Het rekenen met meervoudige reflecties wordt dus alleen toegepast voor specifieke situaties waarbij waarschijnlijk is dat die meervoudige reflecties een niet-verwaarloosbare bijdrage leveren op de totale geluidniveaus. Bij voorkeur wordt in een dergelijke situatie met niet meer dan tweevoudige reflectie gerekend. In ieder geval mag met niet meer dan drievoudige reflectie worden gerekend. Met andere woorden, er worden in ieder geval geen geluidpaden beschouwd waarin het geluid meer dan 3 maal tegen een object of objecten wordt gereflecteerd.

3.2.3.4. D_{scherm}

Eisen aan afschermende objecten

Een object wordt als scherm in rekening gebracht als:
- de massa per eenheid van oppervlakte tenminste 10 kg/m^2 bedraagt;
- het object geen grote kieren of openingen heeft; procesinstallaties, bomen e.d. worden dus niet als scherm in rekening gebracht;
- de horizontale afmeting dwars op de lijn van bron naar immissiepunt groter is dan de golflengte λ van het geluid. Ofwel (zie figuur 3.4 en figuur 3.6): $s_i + s_r > \lambda$

Bij schermen van geringe hoogten wordt een correctiefactor H_t toegepast volgens formule 3.15.

Schematiseren van objecten tot scherm

Elk object wordt geschematiseerd door een vlak dun scherm met rechte verticale randen links LL' en rechts RR'. De bovenrand LR van het scherm hoeft niet horizontaal te zijn.
Als gebouwen afschermen en de afmetingen van het gebouw in de richting van bron naar immissiepunt niet verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de afstand tussen bron en immissiepunt, kan het gebouw worden gerepresenteerd door een prisma met een viertal rechte lijnstukken die verticaal op een rechthoekig grondvlak staan. De lijnstukken kunnen ongelijk van lengte zijn. Elk zijvlak kan als scherm dienst doen.

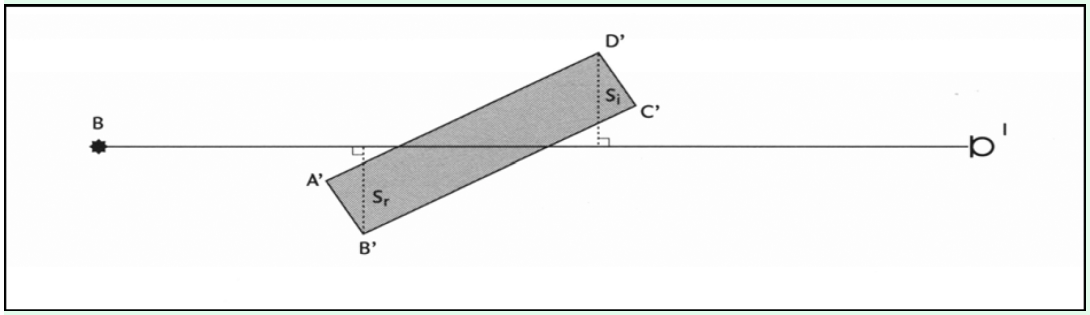
Berekening D_{scherm}

Door de lijn bron-immissiepunt BI wordt een verticaal vlak V geplaatst. Als één of meer schermen wordt doorsneden door lijn BI, worden op elk scherm drie punten bepaald (zie figuur 3.5), te weten:
- K, het snijpunt van de lijn BI met het scherm;
- T, de top va n het scherm in vlak V (snijpunt V met lijn LR);
- Q, het snijpunt van het (verlengde) schermvlak met een gekromde geluidstraal, die de geluidoverdracht beschrijft als het scherm er niet zou zijn (kromtestraal = 8r).

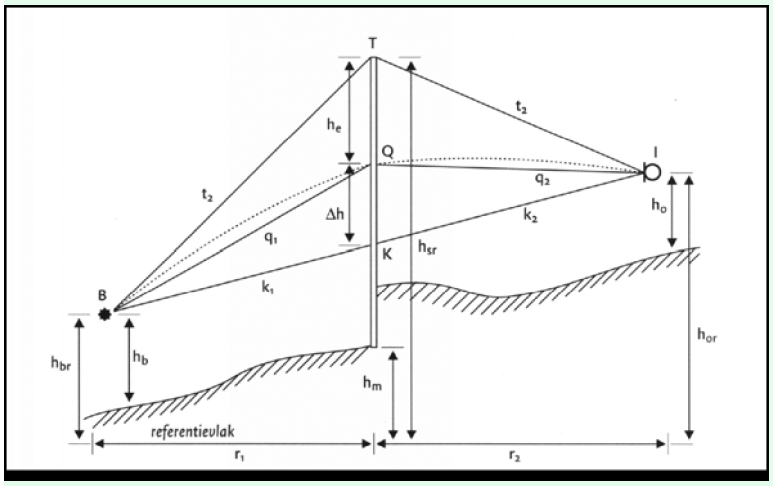
Het punt Q ligt altijd boven K en wel op een afstand Δh, die volgens onderstaande formule wordt berekend uit de horizontale afstand bron-scherm r_1 en de horizontale afstand immissiepunt-scherm r_2 volgens de formule:

$$\Delta h = \frac{r_1 r_2}{16(r_1 + r_2)} \qquad (3.10)$$

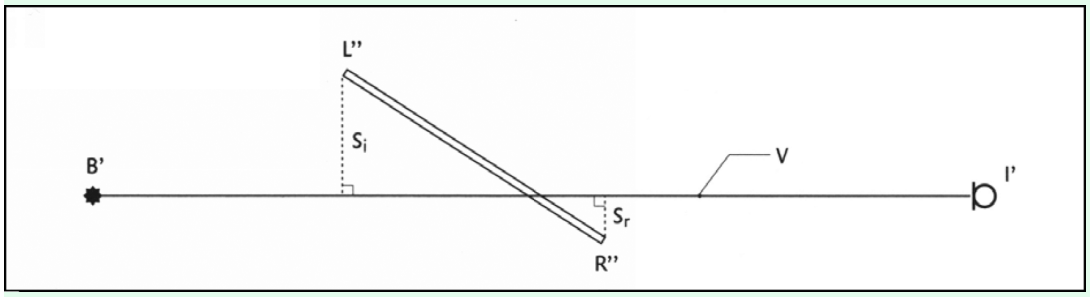
De afstand tussen Q en T is de effectieve schermhoogte h_e. Als Q boven T ligt is h_e negatief.



Figuur 3.4 Toelichting bij de bepaling van s_i en s_r bij een gebouw



Figuur 3.5 Toelichting op de geometrische parameters bij de berekening van D_{scherm}



Figuur 3.6 Toelichting op de berekening van D_{scherm}

Er worden drie situaties onderscheiden, die vervolgens behandeld worden:
– V snijdt geen enkel scherm;
– V snijdt één scherm;
– V snijdt meer dan een scherm.

V snijdt geen scherm

In het geval dat vlak V geen enkel afschermend object snijdt, kunnen alleen grote, hoge objecten in de omgeving van de lijn van bron naar immissiepunt het geluidveld van een puntbron beïnvloeden. Bij de berekening worden deze diffracties buiten beschouwing gelaten.

$$D_{scherm} = 0 \text{ dB} \qquad (3.11)$$

Opmerking: door de splitsing van geluidbronnen in kleinere deelbronnen wordt het effect van de discontinuïteit wel/geen afscherming sterk afgezwakt.

V snijdt één scherm

Uit de plaats van de punten K, Q en T enerzijds en de punten B en I anderzijds kunnen de lengten van de rechte verbindingslijnen k_1 = BK, k_2 = KI, q_1 = BQ, q_2 = QI, t_1 = BT en t_2 = TI worden berekend (zie figuur 3.5).

Als T boven K ligt: $\varepsilon_v = t_1 + t_2 - q_1 - q_2$ (3.12)

Als T onder K ligt: $\varepsilon_v = 2(k_1 + k_2) - t_1 - t_2 - q_1 - q_2$

Hieruit is de verticale omweg ε_v te bepalen volgens de formule:

De horizontale omwegen worden berekend door de situatie op het horizontale referentievlak te projecteren. De projecties van B en I zijn B' en I' en de rechten LL' en RR' snijden het referentievlak in L' en R' (zie figuur 3.6).

De rechter omweg: $\varepsilon_r = B'R'' + R''I' - r_1 - r_2$ (3.13)

De linker omweg: $\varepsilon_l = B'L'' + L''I' - r_1 - r_2$

Van elk van de omwegen wordt een Fresnelgetal N_v bepaald volgens de formule:

$$N_v(f) = 0{,}0059\, \varepsilon_v f \qquad (3.14)$$
$$N_r(f) = 0{,}0059\, \varepsilon_l f$$
$$N_l(f) = 0{,}0059\, \varepsilon_r f$$

Voor de frequentie f wordt bij berekening in octaafbanden de middenfrequentie van de laagste tertsband in de octaafband ingevuld (deze is gelijk aan $f_{oct}/2^{1/2}$) en bij berekening in tertsband en de middenfrequentie van de betreffende tertsband. Uit het Fresnelgetal wordt de afscherming per schermrand berekend, uitgaande van de veronderstelling dat elke rand oneindig lang is. De bijdragen van de verschillende overdrachtswegen worden gesommeerd. D_{scherm} wordt gecorrigeerd als de hoogte van het scherm boven het laagste van de twee aan het scherm grenzende de maaivelden ($h_{sr} - h_{ma}$) klein is. Voor obstakels die sterk afwijken van een ideaal dun scherm wordt een term ΔD in rekening gebracht in formule 3.15.

Als $N_v \leq -0{,}1$ (3.15)
$D_{scherm} = 0$ dB
Als $N_v > -0{,}1$

$$D_{scherm} = 10H_f \left[log \left(\frac{1}{20N_v+3} + \frac{1}{20N_r+3} + \frac{1}{20N_l+3} \right)^{-1} \right] - \Delta D$$

waarbij:

$H_f = (h_{sr} - h_{ma})\, f / 250$ als $(h_{sr} - h_{ma})\, f / 250 < 1$
$H_f = 1$ als $(h_{sr} - h_{ma})\, f / 250 \geq 1$
ΔD: zie tabel 3.3

Tabel 3.3 De waarden voor ΔD van obstakels die van de ideale schermvorm afwijken

ΔD [dB]	Betreft
0	– alle gebouwen; – dunne wanden met een helling kleiner dan 20° met de verticaal; – grondlichamen waarbij de hellingen van de taluds aan beide zijden opgeteld niet meer dan 70° bedragen
0	grondlichamen uit de groep ΔD = 2 als boven op het grondlichaam een obstakel uit bovenstaande categorie staat dat tenminste even hoog is als het grondlichaam
2	– grondlichamen waarbij de hellingen van de taluds aan beide zijden opgeteld tussen 70° en 165° liggen; – grondlichamen met daarop een obstakel uit de eerste groep ΔD = 0 dat minder hoog is dan het grondlichaam

Als $D_{scherm} \leq 0$ dB van wordt $D_{scherm} = 0$ dB
Als $D_{scherm} \geq 20$ dB van wordt $D_{scherm} = 20$ dB

Opmerking: als het scherm veel breder is dan hoog gaat de formule 3.16 over in de formule van het oneindig lange scherm ($\Delta D = 0$ verondersteld).

$D_{scherm} = 10H_f \log (20N_v + 3)$ (3.16)

Vlak V snijdt twee of meer schermen

We onderscheiden hier twee situaties namelijk:
– c.1 de algemene situatie;
– c.2 het bijzondere geval waarbij zowel dichtbij de bron als dichtbij het immissiepunt een scherm staat en waarbij de onderlinge afstand tussen de schermen groot is.

c. 1 Algemene situatie

We onderscheiden:
– Voor geen of alleen één van de schermen geldt $h_e \geq 0$.
  In deze gevallen wordt alleen het scherm met de grootste verticale omweg berekend volgens de procedure van het enkele scherm. (Dit betekent, in het geval dat h_e kleiner dan nul is, dat met het scherm dat in absolute waarde gerekend de kleinste omweg bezit verder wordt gerekend).
– Meer schermen met $h_e \geq 0$.
  Voor de berekening van D_{scherm} wordt een goede benadering gevonden door de D_{scherm} van het meest afschermende object te bepalen met de procedure van het enkele scherm. Gebouwen e.d. worden in deze berekening vereenvoudigd tot een enkel scherm waarbij de zijpaden worden berekend langs de verticale hoeklijnen met de grootste horizontale omweg.

Als de onderlinge afstand r_{12} (zie figuur 3.7) tussen de schermen voldoet aan:

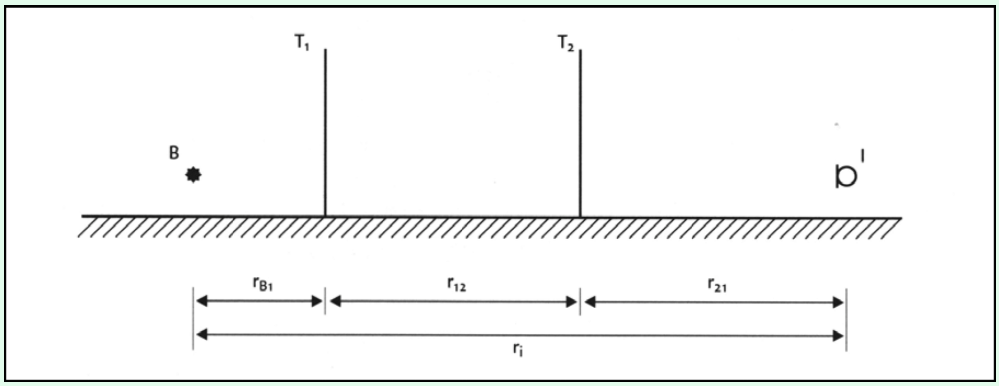
$$\frac{r_{12}}{r_i} > 0{,}2$$

kan de volgende rekenprocedure worden gebruikt, die in figuur 3.8 schematisch wordt aangegeven:
1. Alle schermen met $h_e < 0$ worden verwijderd.

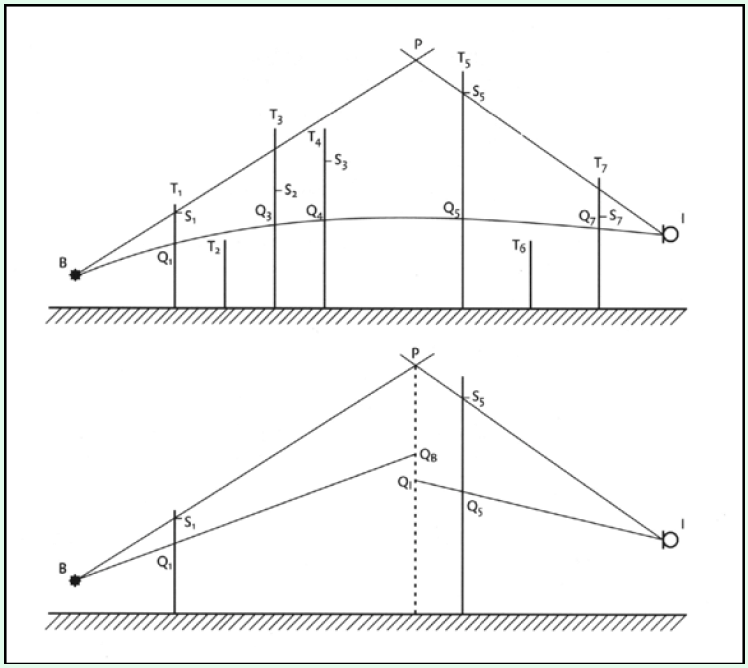
2. Van de overgebleven schermen wordt het punt S_i (berekend bij scherm i) bepaald. S_i ligt op een afstand s onder de top van het scherm.

$$s = h_e \left[1 - \frac{1}{1 + \frac{h_e}{s_l} + \frac{h_e}{s_r}} \right] \qquad (3.17)$$

s_l en s_r zijn hierin de afstand van de linker- en rechterzijkant tot V. Bij gebouwen zijn dit de afstanden van de verst verwijderde verticale hoeklijnen van het gebouw ter linker- en rechterzijde van V.



Figuur 3.7 De geometrie bij meerdere schermen tussen bron en immissiepunt



Figuur 3.8 Toelichting op de berekening van D_{scherm} bij meerdere schermen

3. De verbindingslijnen tussen bron B en S_i en tussen het immissiepunt I en S_i worden bepaald.
4. Vervolgens wordt de lijn BS_j geselecteerd, die vanuit de bron gezien de grootste elevatie heeft. Ook wordt de lijn IS_k geselecteerd, die vanuit het immissiepunt gezien de grootste elevatie heeft.
5. Als de lijnen BS_j en IS_k hetzelfde scherm betreffen, wordt D_{scherm} berekend door voor dit scherm de procedure van het enkele scherm te volgen. In de overige gevallen wordt het snijpunt P van de lijnen BS_j en IS_k bepaald. Door dit snijpunt wordt een verticale lijn, p, gedacht.
6. Op p worden twee punten bepaald te weten:

a. QB, snijpunt p met de lijn BQ_i;
b. QI, snijpunt p met de lijn IQ_k.
Bepaal de hypothetische omweg ε_h volgens de formule:

$$\varepsilon_h = BP + PI + - BQ_B - IQI \quad (3.18)$$

7. Vervolgens wordt D_{scherm} berekend volgens de formule:

$$D_{scherm} = 10log\,(0{,}118\,\varepsilon_h\,f + 3) \quad (3.19)$$

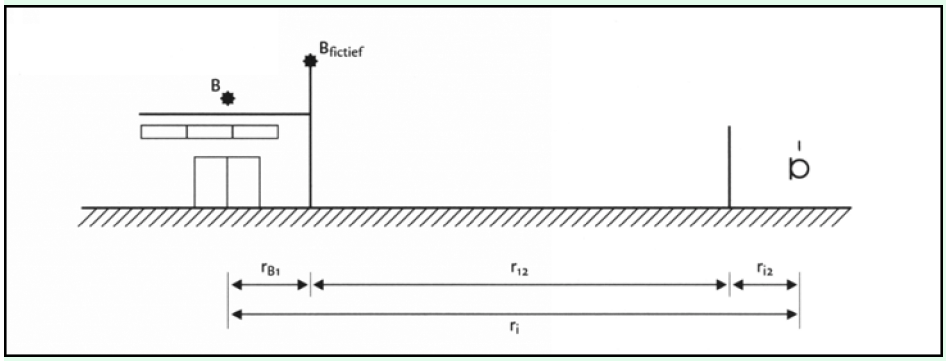
waarbij wordt verstaan onder:
f = de middenfrequentie van de laagste tertsband in een octaafband bij berekening in octaafbanden of de middenfrequentie van de tertsband bij berekening in tertsbanden.

Als de berekende waarde van D_{scherm} in deze situatie lager is dan 4,8 dB, dan moet voor D_{scherm} de waarde van 4,8 dB gehanteerd worden.
Als de berekende waarde van D_{scherm} in deze situatie hoger is dan 20 dB, dan moet voor D_{scherm} de waarde van 20 dB gehanteerd worden.

c.2 Bijzondere situatie

Een bijzondere rekenprocedure kan worden gevolgd als een scherm zich relatief dicht bij de bron bevindt (scherm 1) en een ander dicht bij het immissiepunt (scherm 2). Voorwaarde is dat (zie figuur 3.9).
$r_{B1} < 0{,}2\ r_i$
$r_{i2} < 0{,}2\ r_i$

Dezelfde rekenprocedure kan worden gevolgd als een scherm zich zeer dicht bij de bron bevindt, in het geval dat met de bron een geluiduitstralend geveldeel is gemodelleerd met als scherm die gevel (het gebouw). Dan is voorwaarde dat:
$r_{B1} \leq 0{,}02$ m
$r_{i2} < 0{,}8\ r_i$
D_{scherm} is nu de som van twee termen.
$D_{scherm} = D_1 + D_2$
$0 \leq D_{scherm} \leq 40$ dB



Figuur 3.9 Toelichting op de geometrie bij een bijzondere situatie

D_1 wordt bepaald volgens de procedure van het enkele scherm voor scherm 1. Als voor scherm 1 geldt $h_e \geq 0$, dan wordt voor de berekening van D_2 een fictieve bron aangenomen op de top van scherm 1. Is $h_e < 0$, dan wordt geen fictieve bron aangenomen maar wordt met de werkelijke plaats van de bron gerekend. D_2 wordt berekend volgens de procedure van het enkele scherm. Aanbevolen wordt, als de afscherming nabij het immissiepunt groter is dan die bij de bron, de procedure om te draaien en eerst de afscherming nabij het immissiepunt te berekenen en vervolgens met een (fictief) immissiepunt de afscherming bij de bron. Als meer schermen bij bron en/of immissiepunt aan bovenstaande voorwaarde voldoen, worden de schermen met de hoogste waarde voor ($D_1 + D_2$) gebruikt in de berekening.

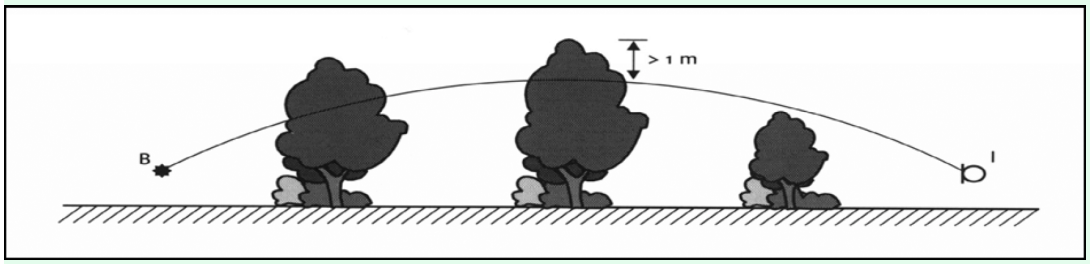
3.2.3.5. D_{veg}

Als zich in het gekromde geluidpad (zie formule 3.10) van geluidbron naar immissiepunt dichte vegetatie bevindt, bestaande uit een combinatie van bomen, struiken of heesters, zodanig dat het zicht volledig verdwenen is, mag daarvoor een geluidreductie worden gehanteerd. Deze geluidreductie in de overdracht is frequentie-afhankelijk en is opgenomen in tabel 3.4. Als extra eis voor het toepassen van deze reductie geldt dat de hoogte van de vegetatie tenminste 1 m hoger is dan de hoogte van het gekromde geluidpad ter plaatse van de afscherming (zie figuur 3.10).

In de praktijk zal alleen in uitzonderingsgevallen aan de eisen van ondoorzichtbaarheid worden voldaan. Als verschillende afzonderlijke vegetaties, die voldoen aan deze specificaties, de gekromde straal doorsnijden (regelbeplanting) mag de reductie voor iedere groep afzonderlijk worden toegepast. De reductie geldt zowel voor de zomer als de winter, mits aan de eisen van ondoorzichtbaarheid wordt voldaan. Voor veel beplantingen zal dit in de winter niet het geval zijn. De volgens tabel 3.4 te berekenen reductie mag dan alleen voor de helft in rekening worden gebracht. Voorts mag in geen geval met meer dan 4 beplantingsstroken worden gerekend.

Tabel 3.4 Geluidreductie die in rekening kan worden gebracht voor één strook dichte vegetatie, welke meer dan 1 m boven het gekromde geluidpad van bron naar immissiepunt uitsteekt

Middenfrequentie octaafbanden [Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
D_{veg} [dB]	0	0	1	1	1	1	2	3



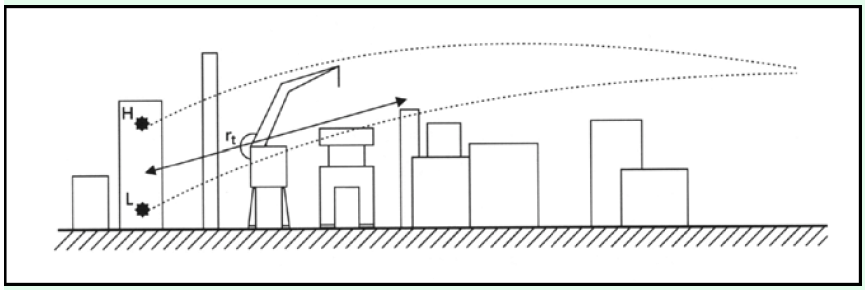
Figuur 3.10 Het gekromde geluidpad gaat door twee 'regels' vegetatie

3.2.3.6. $D_{terrein}$

Op industrieterreinen kan, door geluidverstrooiing als gevolg van de aanwezigheid van installaties en objecten op het terrein, een extra verzwakking optreden. Deze wordt samengevat onder de term $D_{terrein}$. Als $D_{terrein}$ in rekening wordt gebracht mag geen schermwerking van schermen op het bedrijfsterrein worden toegepast. $D_{terrein}$ is zeer specifiek voor het type terrein, de dichtheid van obstakels en de hoogte daarvan. Het verdient daarom aanbeveling $D_{terrein}$ door metingen vast te stellen, waarbij de meethoogte overeen moet komen met de geluidstraal die naar de (verder gelegen) relevante immissiepunten gaat. Voor bedrijven met open procesinstallaties kan voor planningsdoeleinden met drie typen diffuse afschermende objecten worden gerekend. Hiervoor wordt het volgende indicatieve model gehanteerd.

$$D_{terrein} = t(f) r_t \qquad (3.20)$$
$$D_{terrein} \leq D_{max}$$

Met:
$t(f)$ = frequentie-afhankelijke factor voor de geluidverzwakking door industrieterreinen, de indicatieve waarden van $t(f)$ staan in tabel 3.5.
r_t = het deel van de gekromde geluidstraal, dat door de `open' installaties gaat (zie ook figuur 3.11). Als de geluidstraal zich voornamelijk boven de installaties bevindt kan dit deel niet tot r_t worden gerekend.
D_{max} = maximale type-afhankelijke dempingswaarden voor iedere octaafband (zie tabel 3.5).



Figuur 3.11 Toelichting r_t

Tabel 3.5 Geluidverzwakking t(f) in dB/m door verstrooiing door, reflectie tegen, en afscherming door open procesinstallaties (deze tabel is indicatief)

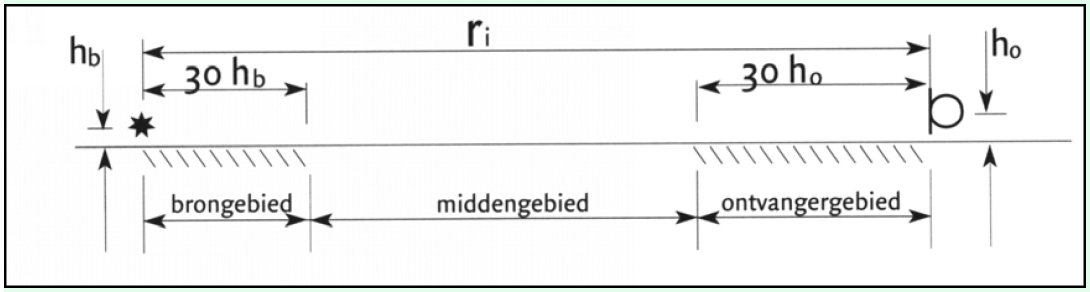
Midden-frequentie octaaf banden [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	D_{max} [dB]
type A	0	0	0,02	0,03	0,06	0,09	0,1	0,1	0,1	10
type B	0	0	0,04	0,06	0,11	0,17	0,2	0,2	0,2	20
tanken -parken	0	0	0,002	0,005	0,015	0,02	0,02	0,02	0,02	10

Bovengenoemde typen installaties kunnen gedefinieerd worden als:
– Type A: open procesinstallaties die per 30 m afstand door de installaties een bedekkingsgraad hebben van circa 20%;
– Type B: open procesinstallaties die per 30 m afstand door de installaties een bedekkingsgraad van meer dan 20% hebben.
– Tanken-parken: open procesinstallaties waar vele (opslag)tanks staan opgesteld.

De waarden uit de tabel moeten met de nodige voorzichtigheid worden toegepast en gelden alleen ter indicatie. Als het toepassen van andere waarden (bijvoorbeeld verkregen uit metingen of anderszins) leidt tot betrouwbaarder resultaten hebben deze de voorkeur.

3.2.3.7. D_{bodem}

In de term D_{bodem} zijn de effecten van absorptie door, reflectie tegen en verstrooiing aan de bodem verdisconteerd.



Figuur 3.12 Onderverdeling van bodemgebieden

D_{bodem} wordt per octaafband bepaald. Het model is geschikt voor `breedbandige' geluiden. Bij de berekening in tertsbanden wordt voor alle tertsband en binnen de octaafband dezelfde waarde voor D_{bodem} aangehouden als voor de octaafband.

Geometrie

In het model wordt een drietal gebieden onderscheiden (zie figuur).
a. *Brongebied*
Het gebied dat vanaf de bron in de richting van het immissiepunt een lengte heeft van r_b.

$r_b = 30\ h_b$ als $r_i \geq h_b$ (3.21)
$r_b = r_i$ als $r_i < 30\ h_b$

b. *Ontvangergebied*
Het gebied dat vanaf het immissiepunt in de richting van de bron een lengte heeft van r_o.

$r_o = 30\ h_o$ als $r_i \geq h_o$ (3.22)
$r_o = r_i$ als $r_i < 30\ h_o$

c. *Middengebied*
Dit is het gebied tussen bron- en ontvangergebied. Overlappen het bron- en ontvangergebied elkaar dan wordt geen middengebied verondersteld.

Aard van de bodem

De volgende bodemtypen worden onderscheiden met behulp van de bodemfactor B.

a.1. Harde bodems: B = 0
Dit zijn alle bodems met een geluidreflecterend oppervlak, zoals asfalt, bestrating, water en betonplaten, waarop geen of nauwelijks geluidverstrooiende objecten aanwezig zijn.

a.2. Harde bodems met veel objecten: B = 0,3
Dit zijn bodems met een geluidreflecterend oppervlak van terreindelen waarop een grote dichtheid aan (semi-)permanent aanwezige geluidverstrooiende en/of geluidabsorberende objecten. Dit betreft bijvoorbeeld terreinen met (semi-)permanent aanwezige opslag van fust en/of kratten, opslag van bouw- of sloopmaterialen, sommige parkeer- en stallingsterreinen. Dit geldt alleen voor zover de demping ten gevolge van die objecten door hun aard en/of aantal niet anderszins in rekening kan worden gebracht, bijvoorbeeld door die objecten te modelleren als een scherm, wal, gebouw, tank of silo (verticaal cilindrisch object) of door toepassing van $D_{terrein}$ (open procesinstallaties) of D_{huis} (dempingsterm voor woongebieden). Kunnen die objecten wel op de genoemde wijze gemodelleerd worden, dan wordt voor de ondergrond van die objecten een harde bodem gehanteerd.

b. Absorberende bodems: B = 1
Absorberende bodems zijn alle bodems zonder zichtbare verharding waarop vegetatie voor kan komen met weinig of geen geluidverstrooiende objecten. Voorbeelden zijn grasland, akkerland met en zonder gewas, bossen, heide, tuinen, begroeide daken.

c. Gedeeltelijk absorberende bodems: B = n/100
Als een gebied voor n % uit absorberende bodem bestaat en voor het overige uit een harde bodem, dan is de bodemfactor

$B = n/100$ (3.23)

Ook als er sprake is van een bodemsoort waarvan het oppervlak noch geheel geluidreflecterend, noch geheel geluidabsorberend is, kan een bodemfactor B tussen 0 en 1 worden ingevoerd.

Berekening van D_{bodem}

De term D_{bodem} is uit een drietal deeltermen opgebouwd die het effect van de bodem in het bron-, en immissiegebied en eventueel het middengebied aangeven.

$D_{bodem} = D_{b,br} + D_{b,ont} + D_{b,mid}$ (3.24)

De berekening van $D_{b,br}$ en $D_{b,ont}$ is volledig analoog. De berekening van het effect van het middengebied gaat op een andere wijze.

Tabel 3.6 De bodemverzwakking in het bron- en immissiegebied

Middenfrequentie octaafband [Hz]	$D_{b,br}$ of $D_{b,ont}$ [dB]
31,5	-3
63	-3
125	$-1 + B_b\,(a(h) + 1)$

Middenfrequentie octaafband [Hz]	$D_{b,br}$ of $D_{b,ont}$ [dB]
250	$-1 + B_b\,(b(h) + 1)$
500	$-1 + B_b\,(c(h) + 1)$
1.000	$-1 + B_b\,(d(h) + 1)$
2.000	$-1 + B_b$
4.000	$-1 + B_b$
8.000	$-1 + B_b$
met:	$a(h) = 3{,}0^{-0{,}12(h-5)^2}\left(1 - e^{\frac{-r_i}{50}}\right) + 5{,}7e^{-0{,}09h^2}\left(1 - e^{-2{,}8\cdot10^{-6}r_i^2}\right)$
	$b(h) = 8{,}6e^{-0{,}09h^2}(1 - e^{-\frac{r_i}{50}})$
	$c(h) = 14{,}0e^{-0{,}46h^2}(1 - e^{-\frac{r_i}{50}})$
	$d(h) = 5{,}0e^{-0{,}90h^2}(1 - e^{-\frac{r_i}{50}})$

Opmerking: voor h = h_o = 5 m geldt de formule:

$$a(5) = \left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right) + 0{,}6\left(1 - e^{-2{,}8.10^{-6}r_i^2}\right) \qquad (3.25)$$

$$b(5) = 0{,}9\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right)$$

$c(5) = 0{,}0$
$d(5) = 0{,}0$

$D_{b,br}$
$D_{b,br}$ wordt berekend uit de afstand r_i tussen bron en immissiepunt, de bodem factor B_b van het brongebied en de (gecorrigeerde) bronhoogte h. De bodemfactor B_b blijft betrokken op de echte bronhoogte h_b.
De hoogte h is gelijk aan de bronhoogte tenzij er afscherming optreedt met een positieve verticale omweg ($D_{scherm} \geq 4{,}8$) en de bronhoogte minder dan 5 m bedraagt. In dat geval geldt:

$h = h_b$ als $h_b \geq 5$ m of $h_e \leq 0$ (3.26)

$$h = h_b + \frac{r_i - r_{bs}}{r_i} h_e \;\; als \;\; h_b < 5m \;\; en \;\; h_e > 0$$

N.B. Bij de rondommethode wordt bij bepaling van immissieniveaus uitgegaan van $D_{b,br} = -1$.

$D_{b,ont}$
De berekening van $D_{b,ont}$ is analoog aan $D_{b,br}$ (zie tabel 3.6).

$D_{b,mid}$
De verzwakking ten gevolge van het middengebied wordt bepaald uit de bodemfactor van het middengebied B_m en de factor m (zie tabel 3.7).

Tabel 3.7 De bodemverzwakking in het middengebied

Middenfrequentie octaafband [Hz]	$D_{b,mid}$ [dB]
31,5 en 63	$-3\ m$
125 en hoger	$+3\ m\,(B_m - 1)$
met: $m = 0$ als $r_i \leq 30\,(h_b + h_o)$ $m = 1 - 30\,(h_b + h_o)/r_i$ als $r_i > 30\,(h_b + h_o)$	

Een bijzonder geval doet zich voor als bron en ontvanger zich op relatief korte afstand van elkaar bevinden ten opzichte van de bronhoogte en ontvangerhoogte. Als voor de verhouding tussen de lengte van het directe geluidpad r_i en het tegen de bodem spiegelbeeldig gereflecteerde geluidpad $r_{r(\text{bron} - \text{bodem} - \text{ontvanger})}$ geldt:
$20 \log r_r/r_i \geq 10$

dan wordt geen bodemeffect in rekening gebracht ($D_{bodem} = 0$ dB).

3.2.3.8. D_{huis}

In het geval dat meervoudige reflecties nabij het immissiepunt een rol spelen, wordt aangeraden voor deze situatie een hybride methode toe te passen (zie paragraaf 3.4). Bij enkelvoudige reflecties kan de bijdrage via de reflectie worden berekend. De reflecterende objecten moeten voldoen aan de criteria die in paragraaf 3.2.3.3 zijn genoemd, waarbij dan voor `de bron' `het immissiepunt' moet worden gelezen. De berekening gaat verder analoog (zie paragraaf 3.2.3.3). Voor het bepalen van een 'gemiddelde dempingsterm voor woongebieden' kan gebruik worden gemaakt van [L.8] en [L.9]. Met die methode kan voor een specifieke stedenbouwkundige situatie de term 'D_{huis}' worden berekend, zijnde een gemiddelde waarde voor het betreffende gebied.

3.3. Methode II: Substitutiemethode (II.9)

Het doel van de subsitutiemethode is het met een kunstbron (veelal een luidspreker) bepalen van de overdrachtsverzwakking tussen de locatie van een bestaande bron en de locatie van een immissiepunt. Bij deze methode moeten drie metingen worden verricht (meestal per octaafband):
- de immissierelevante geluidvermogen van de kunstbron;
- het geluiddrukniveau op het immissiepunt, veroorzaakt door de kunstbron;
- óf het geluiddrukniveau op het immissiepunt afkomstig van de echte bron óf de immissierelevante geluidvermogen van de echte bron.

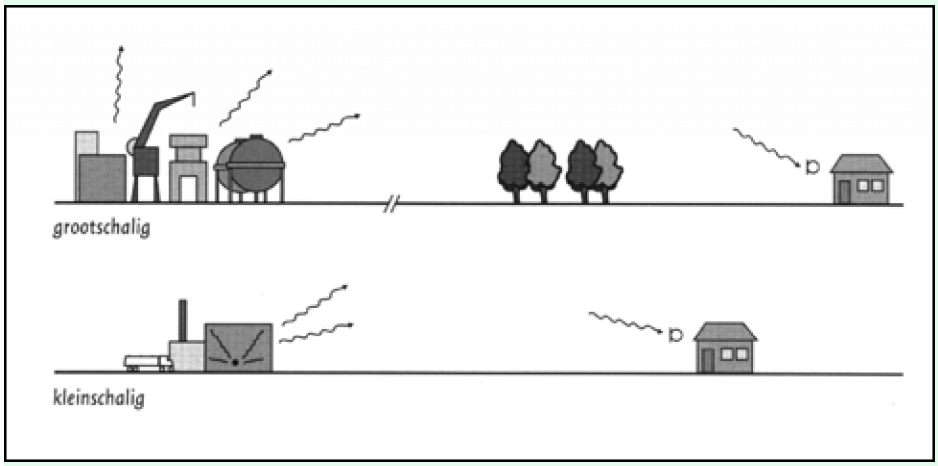
Afhankelijk van de laatstgenoemde meting, kunnen de resultaten van de geluidmetingen als volgt gebruikt worden:
- als de immissie ten gevolge van de bestaande bron bekend is, kan de emissie van deze bron worden bepaald;
- als de emissie van een bron bekend is, kan de immissie ten gevolge van die bron worden bepaald.

Mogelijke fouten

In de praktijk treden bij toepassing de volgende problemen op:
- Als alleen één positie van de kunstbron wordt gehanteerd, kunnen zeer grote interferentie-effecten optreden. De meeste industriële bronnen hebben enige omvang en een diffuse uitstraling. Een kunstbron is klein van afmeting en vertoont een min of meer gerichte uitstraling. Hierdoor treedt ten aanzien van o.a. reflecties en bodemdemping een andere overdrachtsverzwakking op dan bij de te onderzoeken bron. In dat geval kan een beter resultaat verkregen worden door de bron op meerdere plaatsen en in verschillende richtingen te laten uitstralen en hierover te middelen.
- De kunstbron kan vaak niet exact op de plaats van de werkelijke bron staan. In plaats daarvan zal de kunstbron vaak vóór of boven de te onderzoeken bron moeten worden geplaatst. De substitutie is dan niet volledig.
- Door het combineren van de bovengenoemde drie metingen worden onnauwkeurigheden geïntroduceerd.
- Allereerst is in die zin de reproduceerbaarheid van het zendvermogen van de kunstbron noodzakelijk. Vervolgens moeten de metingen zeer nauwkeurig uitgevoerd kunnen worden om in het eindresultaat, alleen al op basis van meetfouten, een nauwkeurigheid te kunnen bereiken die valt binnen enkele dB's. Deze nauwkeurigheid heeft betrekking op iedere octaafband die voor het eindresultaat van belang is.
- Stoorgeluid kan het resultaat van de geluidmetingen beïnvloeden. Zodoende moet het stoorgeluidniveau bij de drie metingen in het algemeen laag zijn (zie paragraaf 2.1.1), en de immissierelevante geluidvermogen van de kunstbron zeer hoog. Deze eisen blijken in veel praktijksituaties niet goed haalbaar. Een controle hierop kan worden uitgevoerd door de kunstbron intermitterend aan en uit te zetten.

Bij kleinschalige industriële situaties is de fout, genoemd onder punt d, veelal te vermijden door het kiezen van een krachtige kunstbron. Als rond de kunstbron, als gevolg van veelvuldige reflecties, een diffuus veld optreedt (afgesloten ruimte, binnenplaats e.d.) zijn de fouten onder punt a en b

ook goed te onderdrukken, zodat dan het gebruik van de substitutiemethode tot betrouwbare resultaten kan leiden.



Figuur 3.13 De toepassing van een kunstbron in groot- en kleinschalige situaties

Toepassingen

Bij grootschalige industriële situaties is de methode zelden geschikt voor het meten van volledige, grote overdrachtstrajecten tussen bron en immissiepunt, in verband met de bovengenoemde oorzaken van systematische en toevallige fouten. Wel kunnen in een dergelijk geval de geluidverzwakking over delen van het overdrachtstraject worden gemeten en worden gecombineerd met berekeningen. Zie hybride methoden (paragraaf 3.4).
Substitutiemethoden kunnen veelvuldig worden toegepast bij het optreden van contactgeluid in de vorm van reciprociteitsmetingen. Dit wordt hier niet nader besproken doch er wordt verwezen naar [L.4], [L.5] en [L.6].

3.4. Methode II: Hybride methoden (II.10)

Onder hybride-methoden wordt verstaan:
- dat berekeningsresultaten worden gecontroleerd en bijgesteld op basis van meetresultaten, verkregen op gekozen punten tussen bron en immissiepunt (meest voorkomende vorm), óf;
- dat onbetrouwbaar geachte meetresultaten (stoorgeluid, instrumentatie, weersinvloeden) op basis van berekeningen worden gecontroleerd (zie toepassing 3).

Het verdient bijna altijd aanbeveling meet- en berekeningsresultaten met elkaar te vergelijken, ten einde fouten te vermijden. In complexe situaties wordt dit sterk aanbevolen. Deze vergelijking gebeurt op dB(A)-waarde, maar ook op spectraal niveau. Het kan voorkomen dat de dB(A)-waarde goed overeenkomt, maar dat spectraal zeer grote verschillen bestaan.

Hybride-methoden kunnen in vele vormen worden toegepast. Daarom wordt hier volstaan met enkele voorbeelden van toepassingen.

Toepassing 1

Een drietal bronnen is gelegen op 500 tot 700 m afstand van het immissiepunt. In dezelfde richting als het immissiepunt veroorzaakt de brongroep een bepaald geluidniveau in een woonwijk. Aan de rand van de wijk komt het op 10 m hoogte gemeten geluidniveau overeen met het berekende geluidniveau. In de bebouwing treden echter verschillen op tussen de meet- en berekeningsresultaten. De metingen tussen de bebouwing worden betrouwbaar geacht (er zijn meerdere metingen per meetpunt verricht). De berekening van de geluidoverdracht in de bebouwing is echter gebaseerd op bepaalde kengetallen. Deze overdrachtsberekening mag voor het traject in de bebouwing voor elk van de bronnen op dezelfde wijze worden bijgesteld.

Eenzelfde bijstelling mag plaatsvinden als de industrie ver van het immissiepunt verwijderd is, en de meet- en berekeningsresultaten op grote hoogte (bijvoorbeeld 10 m) overeenstemmen, terwijl op geringe hoogte (bijvoorbeeld 1,5 m) het niveau moet worden vastgesteld. Als door de specifieke

aard van de bodem het bodemeffect niet nauwkeurig berekend kan worden, kan het bodemeffect worden bepaald met behulp van het gemiddelde meetresultaat verkregen op 1,5 m hoogte.

Toepassing 2

De geluidemissie van één of een aantal individuele bronnen kan in een immissierelevante geluidvermogen voor het hele bronterrein worden omgerekend door de overdrachtsweg op het terrein in rekening te brengen (bijvoorbeeld met behulp van een isolatieberekening (paragraaf 2.3.3.6), D_{refl}, $D_{terrein}$ en D_{scherm} (zie paragraaf 3.2.3). Deze berekende immissierelevante geluidvermogen kan worden gecontroleerd door het bepalen van het geluidvermogen van het hele terrein op basis van:
– een rondom-meting (zie paragraaf 2.3.3.3);
– geluidimmissiemetingen rond het terrein en uit deze resultaten met de geconcentreerde bronmethode (zie paragraaf 2.3.3.1) het geluidvermogen van het hele terrein te bepalen.

Uit de vergelijking van de berekende en de gemeten resultaten kan een bijstelling van de berekende overdrachtsverzwakking plaatsvinden.

Toepassing 3

Metingen waarbij weersinvloeden een belangrijke rol hebben gespeeld, dan wel waarbij (mogelijk) stoorgeluid aanwezig was, kunnen worden gecontroleerd door een emissiebepaling aangevuld met een overdrachtsberekening of door metingen op een dichter bij de bron gelegen punt, waarbij een extrapolatieberekening wordt toegepast.

Deze controle wordt vooral aanbevolen bij geluidmetingen op grote afstand van de bron, omdat daar het spectrum van het omgevingsgeluid en het spectrum van de bron minder goed van elkaar zijn te onderscheiden. Vaak blijkt dat in bepaalde octaafbanden het stoorgeluid van invloed is, terwijl dit met het gehoor niet waarneembaar is.

Tot de Hybride methoden kunnen evenzeer gerekend worden de overdrachtsmodellen, gebaseerd op golffront extrapolatie en het gebruik van geavanceerde meetsystemen, gebaseerd op microfoon arrays. Met name in zeer complexe situaties waar de conclusies kunnen leiden tot grote gevolgen, kan het toepassen van andere technieken dan in methode II omschreven, leiden tot meer inzicht. In al deze gevallen gaat de rapportage vergezeld van een uitgebreide documentatie van de toegepaste techniek.

4. Geluid van activiteiten

4.1. Toepassingsbereik

Het geluid van activiteiten, niet zijnde het geluid van gezamenlijke activiteiten op een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds zijn vastgesteld, wordt beoordeeld op basis van een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{Ar,LT}$) voor de drie beoordelingsperioden van een etmaal. Deze beoordelingsperiode van een etmaal hebben betrekking op de volgende periode voor zover niet anders is voorgeschreven:
– Dagperiode, zijnde de periode tussen 07.00 en 19.00 uur;
– Avondperiode, zijnde de periode tussen 19.00 en 23.00 uur;
– Nachtperiode, zijnde de periode tussen 23.00 en 07.00 uur.

Het uitgangspunt voor de beoordeling van het geluid is het invallend geluidniveau. Het invallend geluid wordt door metingen en/of berekeningen nabij de ontvanger vastgesteld op de plaats en de hoogte waar hinder wordt of kan worden ondervonden (in het algemeen gevels die maatgevend zijn voor het geluidniveau in geluidgevoelige ruimten), met dien verstande dat de beoordelingshoogte tenminste 1,5 m bedraagt.

Bij metingen en/of berekeningen worden variaties in de geluidsoverdracht (vooral op grotere afstanden van belang) verdisconteerd door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm.

Daarnaast kan het geluid van activiteiten beoordeeld worden op basis van de optredende geluidpieken. De beoordeling van de geluidpieken vindt plaats op basis van het maximale geluidniveau (L_{Amax}). Bij metingen en/of berekeningen worden variaties in de geluidsoverdracht (vooral op grotere afstanden van belang) verdisconteerd door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm.

Voor de bepaling van een jaargemiddelde geluidbelasting voor het geluid van een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden moeten worden vastgesteld, wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

De in dit hoofdstuk beschreven wijze van bepaling van de beoordelingsgrootheden is voor methode I en II identiek, met dien verstande dat de wijze waarop de meteocorrectieterm van methode II enigszins in een groter toepassingsbereik voorziet dan de meteocorrectieterm van methode I.

4.2. Te beschouwen bedrijfssituatie

Onder het geluid van een activiteit wordt verstaan het gezamenlijke geluid van alle (deel)activiteiten die onderdeel zijn van een zogenoemde representatieve bedrijfssituatie (RBS). Een activiteit die niet op een industrieterrein wordt uitgevoerd heeft in beginsel één representatieve bedrijfssituatie. De representatieve bedrijfssituatie is hierbij de situatie waarbij de voor de geluidproductie relevante omstandigheden kenmerkend zijn voor de uitvoering van activiteiten bij volledige capaciteit in de te beschouwen etmaalperiode.

Voor de representatieve bedrijfssituatie kan worden aangesloten op de op 12 jaardagen na lawaaiigste jaardag (de zogenoemde 13e dag). Naast de representatieve bedrijfssituatie kan ook één of meerdere uitzonderlijke bedrijfssituaties (UBS) worden onderscheiden. Een uitzonderlijke bedrijfssituatie is een (deel)activiteit die geen onderdeel is van de representatieve bedrijfssituatie en meer geluid veroorzaakt dan de representatieve bedrijfssituatie. Onder een dergelijke uitzonderlijke bedrijfssituatie vallen onder meer een incidentele bedrijfssituatie en een regelmatige afwijking van de representatieve bedrijfssituatie. Aan een uitzonderlijke bedrijfssituatie kunnen separate geluidgrenswaarden worden gesteld, waarbij rekening wordt gehouden met het beperkt optreden van dergelijke bedrijfssituaties.

Metingen aan activiteiten moeten zoveel mogelijk worden uitgevoerd bij een representatieve bedrijfssituatie, dat wil zeggen de resultaten van de meting/berekening moeten kenmerkend zijn voor de geluidssituatie over een beoordelingsperiode. Daarbij kan de representatieve bedrijfssituatie onderverdeeld zijn in verschillende doch eenduidig definieerbare bedrijfstoestanden. Bij elke meting per bedrijfstoestand hoort daarom ook een technische omschrijving van deze bedrijfstoestand. De gedetailleerdheid van deze beschrijving wordt bepaald door het doel van de meting en de beschikbare informatie.

De meetperiode is zodanig, dat het resultaat niet beïnvloed wordt door de keuze van het begin- of eindtijdstip van de metingen. De meetperiode is afhankelijk van het type geluid.

4.3. Bijzondere geluiden (tonaal karakter/impulsgeluid/muziekgeluid)

Bij het beoordelen van geluid van activiteiten moet rekening worden gehouden met bijzondere geluiden die vanwege hun karakter als extra hinderlijk worden beschouwd. Het betreft tonaal geluid, geluid met een impulsachtig karakter en muziekgeluid. Als criterium geldt dat het bijzondere karakter duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Als er bij een bedrijfstoestand sprake is van deze bijzondere geluiden, wordt een toeslag op het bij deze bedrijfstoestand gemeten (of berekende) langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau gehanteerd. Bij een combinatie van tonaal, impulsachtig geluid wordt die toeslag maar één keer toegepast.

De toeslag heeft betrekking op het gemeten (of berekende) langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege een bedrijfstoestand van de activiteiten. De toeslag wordt nadrukkelijk niet alleen toegepast op de deelbijdrage van die geluidbron die de aanleiding vormt voor het hanteren van de toeslag. Uitzondering daarop zijn zeer complexe situaties waar vele bedrijfstoestanden te onderscheiden zijn of waar het niet bekend is wanneer de bron met het bijzondere geluid exact optreedt. Dan vindt de toeslag plaats op het emissieniveau van de specifieke geluidbron(nen).

In het onderstaande is een nadere toelichting gegeven over bijzondere geluiden.

4.3.1. Tonaal geluid

Als criterium geldt dat het tonale karakter van het geluid duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Er kan sprake zijn van tonaal geluid als het geluid op het beoordelingspunt wordt bepaald door bijvoorbeeld jankende tandwielkasten, brommende transformatoren, gierende ventilatoren, modelvliegtuigen en bepaalde trilapparatuur (betonindustrie). Herkenbaarheid van een specifieke geluidsbron hoeft geen aanwijzing te zijn van tonaliteit.

In geval van geluid met een tonaal karakter wordt er op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de activiteit(en) een toeslag van 5 dB in rekening gebracht. De toeslag wordt alleen toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van tonaal geluid.

In sommige gevallen kan een (smalbandige) spectrale analyse de aanwezigheid van een zuivere toon aantonen, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van `pieken' in het spectrum. De aanwezigheid van dergelijke "pieken" kan het waargenomen tonale karakter bevestigen; het is echter niet altijd een "bewijs" voor tonaal karakter. Het is namelijk mogelijk dat deze pieken in het spectrum ruim onder het equivalente geluidsimmissieniveau in dB(A) liggen, en door de maskering vanwege (breedbandig) geluid in het overige frequentiegebied het geluidsimmissieniveau geen tonaal karakter geven. Eventueel kan dan de kritische bandbreedtemethode volgens ISO 1996-2:2017 bijlage J [L.10] als hulpmiddel dienen. Alleen als de grootheid K_t in genoemde norm tenminste 5 dB bedraagt, kan sprake zijn van tonaal geluid zoals bedoeld in deze meet- en rekenmethode geluid industrie. Een tertsbandanalyse geeft in de regel onvoldoende informatie.

4.3.2. Impulsachtig geluid

Bij impulsachtig geluid komen in het geluidbeeld geluidstoten voor die minder dan 1 seconde duren en een zekere repetitie kennen. Een bijzondere vorm is impulsachtig geluid met een continu (soms periodiek) karakter.

Als criterium geldt dat het impulsachtig karakter duidelijk hoorbaar is op het beoordelingspunt. Er kan sprake zijn van impulsachtig geluid als de geluidbelasting bij de ontvanger wordt bepaald door bijvoorbeeld geluid uit een constructiewerkplaats ten gevolge van hameren of bikken gedurende een zekere periode, het geluid van een stansmachine (continu en periodiek) of door blaffende honden.

In geval van impulsachtig geluid wordt er op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de activiteit(en) een toeslag van 5 dB in rekening gebracht. De toeslag wordt toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van impulsachtig geluid.

Voor een bijzondere vorm van impulsachtig geluid, het schietgeluid, wordt ten aanzien van inventarisatie en beoordeling verwezen naar de bijlagen XXIV, XXVII en XXVIII. Schietgeluid valt buiten het kader van deze meet- en rekenmethode geluid industrie.

4.3.3. Muziekgeluid

Als criterium voor het toekennen van een toeslag voor muziekgeluid geldt dat het muziekkarakter duidelijk hoorbaar moet zijn op het beoordelingspunt.

Als er sprake is van muziekgeluid wordt op het gemeten of berekende langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de activiteit(en) een toeslag van 10 dB in rekening gebracht. De toeslag wordt toegepast voor dat deel van de beoordelingsperiode dat er sprake is van muziekgeluid. Als een toeslag voor muziekgeluid wordt gehanteerd, vervallen eventuele toeslagen voor tonale of impulsachtige geluiden.

4.3.4. Laagfrequent geluid

Laagfrequent geluid is geluid met frequenties beneden circa 100 Hz, waardoor het zich sterk van gewoon hoorbaar geluid onderscheidt. Tot op heden heeft dit evenwel niet geleid tot het op gestandaardiseerde wijze toepassen van een toeslag. Om die reden wordt hieraan in dit kader geen bijzondere aandacht besteed.

4.4. Bepaling beoordelingsgrootheden

4.4.1. Bepaling langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau $L_{Aeqi,LT}$

De representatieve of uitzonderlijke bedrijfssituatie kan bestaan uit verschillende bedrijfstoestanden (zie ook paragraaf 4.2). Bij metingen wordt het immissieniveau per bedrijfstoestand bepaald uit het energetisch gemiddelde van de gemeten (geldige) geluidsniveaus $L_{Aeq,T}$, zo nodig per meting gecorrigeerd voor stoorgeluid, volgens de formule:

$$L = 10log\left(\frac{1}{N}\sum_{x=1}^{N} 10^{\frac{L_x}{10}}\right) \quad (4.1)$$

waarbij wordt verstaan onder:

N = Aantal metingen
L_x = equivalente geluidsniveau van meting x

Omdat het immissieniveau vastgesteld wordt onder meteoraamcondities, wordt dit niveau het gestandaardiseerde immissieniveau L_i genoemd.
Wanneer de metingen en uitwerkingen zijn uitgevoerd in frequentiebanden, kan hieruit het gestandaardiseerde immissieniveau in dB(A) worden berekend door de A-gewogen geluidsniveaus in de beschouwde frequentiebanden energetisch te sommeren.
Wanneer de metingen direct in dB(A) zijn uitgevoerd, wordt hieruit direct het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau L_i per bedrijfstoestand verkregen.
Het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau $L_{Aeqi,LT}$ in dB(A) ten gevolge van een bepaalde bedrijfstoestand i wordt bepaald uit het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau volgens de formule:

$$L_{Aeqi,LT} = L_i - C_b - C_m - C_g \quad (4.2)$$

In het volgende wordt op de verschillende termen in formule 4.2 ingegaan.

De bedrijfsduurcorrectieterm C_b

De bedrijfsduurcorrectieterm C_b brengt de periode T_b in rekening zolang de bedrijfstoestand tijdens een beoordelingsperiode T_o (dag, avond, nacht) blijft bestaan.

$$C_b = -10log\left(\frac{T_b}{T_0}\right) \quad (4.3)$$

Hierbij worden de volgende beoordelingsperioden aangehouden, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld:
– dagperiode: 07.00–19.00 uur; T_o = 12 uur
– avondperiode: 19.00–23.00 uur; T_o = 4 uur
– nachtperiode: 23.00–07.00 uur; T_o = 8 uur

De meteocorrectieterm C_m

De meteocorrectieterm C_m wordt berekend volgens de formules:

$C_m = 0$ *als* $r_i \leq 10\,(h_b + h_o)$ (4.4)

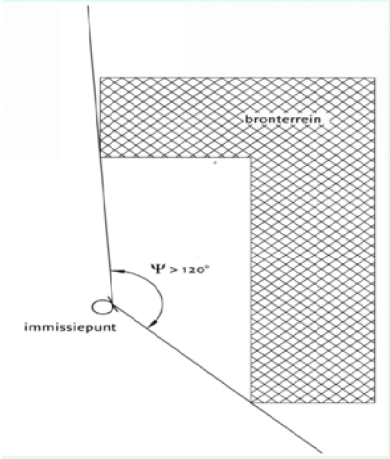
$$C_m = 5 - 50\frac{(h_b + h_o)}{r_i} \; als \; r_i > 10(h_b + h_o)$$

Deze meteocorrectieterm is altijd positief of gelijk aan nul ($C_m \geq 0$)

Als bij toepassing van methode II de meting een bronterrein betreft dat onder een zichthoek $\Psi >$ 120° vanuit het immissiepunt wordt gezien en waarbij $r_i > 10\,(h_b + h_o)$, vinden de metingen plaats bij windrichtingen die gelijkmatig zijn verdeeld over deze zichthoek (zie figuur 4.1).
De meteocorrectieterm bedraagt dan:

$C_m = 0$ *als* $r_i \leq 10(h_b + h_o)$ (4.5)

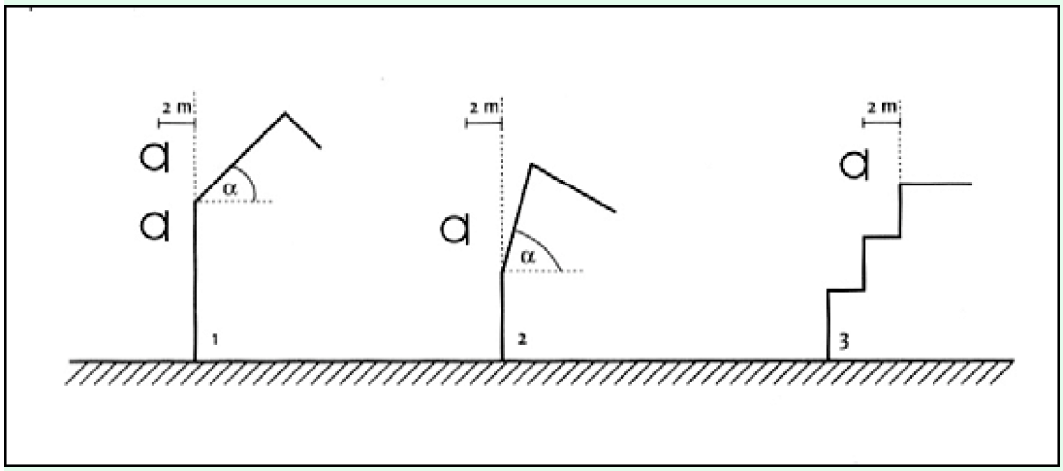
$$C_m = 5 - 50\frac{(h_b + h_o)}{r_i}\left(1 - 0{,}3.\frac{\psi}{180°}\right) als \; r_i > 10(h_b + h_o)$$



Figuur 4.1 Definitie zichthoek ψ

De gevelcorrectieterm C_g

Tenzij uitdrukkelijk anders gespecificeerd, wordt het niveau van het invallend geluid (dus zonder bijdrage van reflectie tegen een achterliggende gevel) bepaald. Als het meetpunt direct vóór een gevel is gesitueerd, wordt op het gestandaardiseerde immissieniveau L_i een procedurele gevelcorrectieterm C_g van 3 dB in mindering gebracht om het invallende geluid te bepalen (zie figuur 4.2). De in figuur 4.2 aangegeven afstand van 2 m voor de gevel wordt bij metingen in acht genomen.



Figuur 4.2 Toelichting op gevelreflectie

Dwarsdoorsnede huis 1: C_g = 3 dB voor de onderste microfoon c.q. beoordelingspositie
C_g = 0 dB voor de bovenste microfoon of beoordelingspositie
Dwarsdoorsnede huis 2: C_g = 3 dB ($\alpha \geq 70^0$)
Dwarsdoorsnede huis 3: C_g = 0 dB

4.4.2. Bepaling beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$

Wanneer op het beoordelingspunt binnen het totaal aanwezige geluidsniveau, vanwege een activiteit een geluid met duidelijk een tonaal of een impulsachtig karakter kan worden waargenomen, wordt op het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau van de betreffende bedrijfstoestand tijdens welke dit specifieke karakter optreedt een toeslag berekend van:

– tonaal: K_1 = 5 dB;
– impuls: K_2 = 5 dB.

Per bedrijfstoestand wordt ten hoogste één toeslag in rekening gebracht.
Wanneer op het beoordelingspunt binnen het totaal aanwezige geluidsniveau, vanwege een activiteit geluid met een duidelijk muziekkarakter wordt waargenomen, wordt het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau vanwege de betreffende bedrijfstoestand een toeslag berekend van: K_3 = 10 dB.

Als deze toeslag wordt toegepast, wordt voor deze bedrijfstoestand geen toeslag meer voor tonaal of impulsgeluid toegepast. De totale toeslag kan daarom niet groter zijn dan 10 dB.
Het langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau per bedrijfstoestand (kortweg deelbeoordelingsniveau) $L_{Ari,LT}$ wordt voor elke afzonderlijke beoordelingsperiode bepaald volgens de formule:

$$L_{Ari,LT} = L_{Aeqi,LT} + K_x \quad (4.6)$$

Hierin komt K_x overeen met K_1, K_2 of K_3.
Het totale beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ wordt voor elke beoordelingsperiode bepaald uit de energetische sommatie van de deelbeoordelingsniveaus volgens de formule:

$$L_{Ar,LT} = 10log \sum 10^{\frac{L_{Ari,LT}}{10}} \quad (4.7)$$

4.4.3. Bepaling maximale geluidniveau L_{Amax}

Het maximale A-gewogen geluidniveau wordt onder meteoraamcondities gemeten in de meterstand 'fast'. Op het gemeten maximale geluidsniveau $L_{i,max}$ wordt de meteocorrectieterm C_m (zie paragraaf 4.4.1) toegepast voor het verkrijgen van de beoordelingsgrootheid L_{Amax}. Tot een afstand van r_i = 150 m bedraagt de meteocorrectie C_m meestal minder dan 4 dB. De C_m-waarde heeft betrekking op de geluidbron die het maximale geluidniveau veroorzaakt. Het maximale geluidniveau heeft gelijk als het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau betrekking op het invallende geluid (zie paragraaf 4.4.1).

5. Geluid van een industrieterrein

5.1. Toepassingsbereik

Het geluid door een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds zijn vastgesteld is de jaargemiddelde geluidbelasting in L_{den} en L_{night}. Deze jaargemiddelde geluidbelasting wordt bepaald op basis van gegevens die zijn vastgesteld volgens methode II en is het gezamenlijke geluid door alle activiteiten die behoren tot de geluidbronsoort industrieterrein.

Het uitgangspunt voor de beoordeling van het geluid op geluidgevoelige bestemmingen is het invallend geluidniveau. Bij metingen of berekeningen worden variaties in de geluidsoverdracht (vooral op grotere afstanden van belang) verdisconteerd door toepassing van het systeem meteoraam/meteocorrectieterm.

5.2. Te beschouwen bedrijfssituatie

Het geluid van een industrieterrein is het gezamenlijke jaargemiddelde geluid van alle activiteiten die op een industrieterrein plaatsvinden. Hierbij wordt buiten beschouwing gelaten het geluid van:
- windturbines, windparken, civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen;
- activiteiten waarvoor het omgevingsplan of een omgevingsvergunning voor een omgevingsplanactiviteit waarborgt dat het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ van het geluid op 30 m afstand van de begrenzing van de locatie waar de activiteit wordt verricht, niet meer bedraagt dan 45 dB;
- het TT Circuit Assen en het Circuit Park Zandvoort gedurende ten hoogste 12 dagen per kalenderjaar; en
- spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen en doorgaand verkeer op wegen, vaarwegen en spoorwegen.

Voor alle activiteiten die op het industrieterrein worden uitgevoerd wordt een zogenoemde jaargemiddelde bedrijfssituatie (JBS) vastgesteld. Deze jaargemiddelde bedrijfssituatie wordt voor alle activiteiten in zowel de dag- avond als nachtperiode vastgesteld. Hierbij worden ook tijdelijk verhogingen van het geluid door uitzonderlijke bedrijfssituaties meegenomen.

5.3. Bijzondere geluiden (tonaal karakter/impulsgeluid/muziekgeluid)

Bij het beoordelen van het geluid door een industrieterrein wordt in beginsel geen rekening gehouden met bijzondere geluiden die extra hinderlijk zijn. Bij het beoordelen van het geluid door afzonderlijke activiteiten op een industrieterrein kan een toeslag vanwege extra hinderlijkheid wel aan de orde zijn. Het bevoegd gezag moet wel zorgen voor een zorgvuldige afstemming van het geluid door een industrieterrein en het geluid van de afzonderlijke activiteiten op een industrieterrein. Hierbij kan een probleem optreden, bijvoorbeeld bij een solitair transformatorstation dat tonaal geluid veroorzaakt én een activiteit ís die in aanzienlijke mate geluid kan veroorzaken en daarom op een industrieterrein met geluidproductieplafonds moet worden uitgevoerd. Het verdient dan aanbeveling om ook bij het vaststellen van de geluidproductieplafonds een toeslag voor extra hinderlijkheid toe te passen. De toeslag wordt hierbij toegepast over de periode van het jaar dat er sprake is van bijzonder geluid. Voor een nadere toelichting over bijzondere geluiden wordt verwezen naar paragraaf 4.3

5.4. Bepaling beoordelingsgrootheid

5.4.1. Bepaling jaargemiddeld deelgeluidniveau $L_{Aeqi,JM}$

Het jaargemiddeld deelgeluidsniveau $L_{Aeqi,JM}$ in dB(A) ten gevolge van een bepaalde bedrijfstoestand of geluidbron i wordt bepaald uit het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau volgens de formule:

$$L_{Aeqi,JM} = L_i - C_b - C_m - C_g \qquad (5.1)$$

In het volgende wordt op de verschillende termen in formule 5.1 ingegaan.

De bedrijfsduurcorrectieterm C_b

De bedrijfsduurcorrectieterm brengt de jaargemiddelde periode T_b in rekening zolang de bedrijfstoestand (jaargemiddeld tijdens een beoordelingsperiode T_o (dag, avond, nacht)) blijft bestaan.

$$C_b = -10log\left(\frac{T_b}{T_0}\right) \qquad (5.2)$$

Hierbij zijn de beoordelingsperioden:
- dagperiode: 07.00–19.00 uur; T_o = 12 uur
- avondperiode: 19.00–23.00 uur; T_o = 4 uur
- nachtperiode: 23.00–07.00 uur; T_o = 8 uur

De meteocorrectieterm C_m

De meteocorrectieterm C_m wordt berekend volgens de formule:

$$C_m = 0 \text{ als } r_i \leq 10(h_b + h_o) \qquad (5.3)$$

$$C_m = 5 - 50\frac{(h_b + h_o)}{r_i} \text{ als } r_i > 10(h_b + h_o)$$

Deze meteocorrectieterm is altijd positief ($C_m \geq 0$)

De gevelcorrectieterm C_g

Tenzij anders gespecificeerd, wordt het niveau van het invallende geluid (dus zonder bijdrage van reflectie tegen een achterliggende gevel) bepaald. Als het beoordelingspunt direct vóór een gevel is gesitueerd, wordt op het gestandaardiseerde immissieniveau (L_i) een gevelcorrectieterm C_g van 3 dB in mindering gebracht om het invallende geluid te bepalen.

5.4.2. Bepaling jaargemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,JM}$

Bij de bepaling van het geluid van een industrieterrein worden in beginsel geen toeslagen voor impulsachtig, tonaal of muziekgeluid toegepast. Het jaargemiddeld deelbeoordelingsniveau per bedrijfstoestand ($L_{Ari,JM}$) is dan gelijk aan het jaargemiddeld deelgeluidsniveau ($L_{Aeqi,JM}$). Het totale jaargemiddelde beoordelingsniveau ($L_{Ar,JM}$) wordt vervolgens berekend volgens de formule 5.5.

In de specifieke situaties die nader zijn aangeduid in paragraaf 5.3 waarbij wel een toeslag vanwege bijzondere geluiden wordt toegepast op het geluid door een industrieterrein, wordt op het jaargemiddeld deelgeluidniveau van de betreffende bedrijfstoestand tijdens welke dit specifieke karakter optreedt een toeslag berekend van:

- Tonaal: K_1 = 5 dB
- Impuls: K_2 = 5 dB
- Muziek: K_3 = 10 dB

Per bedrijfstoestand wordt ten hoogste één toeslag in rekening gebracht.
Het jaargemiddelde deelbeoordelingsniveau per bedrijfstoestand ($L_{Ari,JM}$) wordt voor elke afzonderlijke beoordelingsperiode bepaald volgens de formule:

$$L_{Ari,JM} = L_{Aeqi,JM} + K_x \qquad (5.4)$$

Hierin komt K_x overeen met K_1, K_2 of K_3.

Het jaargemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,JM}$ wordt voor elke beoordelingsperiode bepaald uit de energetische sommatie van de jaargemiddelde deelbeoordelingsniveaus volgens de formule:

$$L_{Ar,JM} = 10log \sum 10^{\frac{L_{Ari,JM}}{10}} \qquad (5.5)$$

5.4.3. Bepaling beoordelingsniveau L_{den} en L_{night}

Het geluid van een industrieterrein wordt beoordeeld op basis van een L_{den} en een L_{night}. Het jaargemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,JM}$ wordt voor de verschillende beoordelingsperioden vastgesteld:

- Dagperiode: $L_{day} = L_{Ar,JM}$ (07.00–19.00 uur);
- Avondperiode: $L_{evening} = L_{Ar,JM}$ (19.00–23.00 uur);
- Nachtperiode: $L_{night} = L_{Ar,JM}$ (23.00–07.00 uur).

De L_{den} wordt bepaald uit de energetische sommatie van de jaargemiddelde beoordelingsniveaus voor de verschillende beoordelingsperioden waarbij de $L_{evening}$ en de L_{night} worden vermeerderd met een toeslag van respectievelijk 5 en 10 dB:

$$L_{den} = 10\log \frac{12.10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4.10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8.10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24} \qquad (5.6)$$

6. Toelichting

6.1. Lijst van symbolen

Symbool	Eenheid	Omschrijving
β	°	Hoek tussen de normaal op het uitstralende oppervlak en de denkbeeldige lijn met het immissiepunt
ϵ_h/ϵ_v	m	Horizontale of verticale omweg om scherm
θ	°	Hoek tussen de 0° richting en de richting waarbij de gevoeligheid van een richtmicrofoon met 3 dB is teruggevallen

Symbool	Eenheid	Omschrijving
λ	m	Golflengte
ρ	–	Reflectiecoëfficiënt voor de geluidenergie
σ	–	Stralingsfactor of afstraalgraad
σn	–	Standaarddeviatie van het gemiddelde
Ψ	°	Hoek waaronder het brongebied vanuit de waarnemer wordt gezien
φ	°	Windhoek
φ_{max}	°	Maximale windhoek
Ω	steradialen	Ruimtehoek
a_{lu}	dB/m	Frequentie-afhankelijke dempingsfactor voor de luchtabsorptie
B	–	Bodemfactor
B_b	–	Bodemfactor van het brongebied
B_m	–	Bodemfactor van het middengebied
B_o	–	Bodemfactor van het ontvangergebied
C_b	dB	Bedrijfsduurcorrectieterm per beoordelingsperiode
C_d	dB	Diffusiteitscorrectie
C_g	dB	Gevelreflectieterm
C_m	dB	Meteocorrectieterm
C_{alt}	dB	Correctieterm voor de meetafstand bij extrapolaties
C_{stoor}	dB	Stoorgeluidcorrectie
d	m	Bron- of brongebieddiameter
$d_{k,k+1}$	m	Afstand tussen punten gelegen op een meetlijn
d_{ref}	dB	Diameter van het referentielichaam bij een lijnbron
d_z	m	Afstand tussen zwaailijnen
D_{xxx}	dB	Symbool voor verzwakkingsterm, voorzien van diverse indices, in het overdrachtsmodel
DI	m	Richtingsindex (directivity index)
ΔD	dB	Top hoek correctieterm
f	Hz	Frequentie
f_{onder}	Hz	Middenfrequentie van de laagste tertsband in de aangegeven octaafband
f_{midden}	Hz	Middenfrequentie van de middelste tertsband in de aangegeven octaafband octaafband
f_{boven}	Hz	Middenfrequentie van de hoogste tertsband in de aangegeven octaafband
h_b	m	Bronhoogte ten opzichte van plaatselijk maaiveld
h_{br}	m	Bronhoogte ten opzichte van referentievlak
h_e	m	Effectieve schermhoogte
h_m	m	Hoogte van meetpunt ten opzichte van plaatselijk maaiveld
h_{ma}	m	Hoogte maaiveld ten opzichte van referentievlak
h_o	m	Beoordelingshoogte ten opzichte van plaatselijk maaiveld
h_{sr}	m	Hoogte van het scherm ten opzichte van referentievlak
I	–	Immissiepunt
I_s	W/m^2	Intensiteitsvector op oppervlak S

Symbool	Eenheid	Omschrijving
K_x *x = 1, 2 of 3* Respectievelijk K_1, K_2 en K_3	dB	Toeslagen voor tonaal (x = 1), impulsachtig (x = 2) en muziekgeluid (x = 3)
K4	dB	Correctiefactor voor bodeminvloed
l	m	Lengte van een lijnbron of meetlijn
$L_{Aeqi,JM}$	dB(A)	Jaartijdgemiddeld deelgeluidniveau
$L_{Aeqi,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld deelgeluidniveau
L_{Amax}	dB(A)	Maximale A-gewogen geluidniveau
$L_{Ari,JM}$	dB(A)	Jaargemiddeld deelbeoordelingsniveau
$L_{Ari,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau
$L_{Ar,JM}$	dB(A)	Jaargemiddeld beoordelingsniveau
$L_{Ar,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau
$L_{Aeq,T}$	dB(A)	A-gewogen equivalent geluidniveau ten opzichte van een referentiedruk van 20 µPa over de periode *T*
L_{dag} /L_{avond} L_{nacht}/L_{etmaal}	dB(A)	Beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ voor respectievelijk de dag-, avond-, nachtperiode en etmaal
L_{day} /$L_{evening}$ L_{night}/L_{den}	dB	Beoordelingsniveau *LAr,JM* voor respectievelijk de dag-, avond-, nachtperiode en etmaal
$L_{eq,T}$	dB	Equivalent geluid(druk)niveau ten opzichte van een referentiedruk van 20 µPa over de periode T
L_i	dB/dB(A)	Gestandaardiseerd immissieniveau
L_i^*	dB/dB(A)	Het niet voor stoorgeluid gecorrigeerde gestandaardiseerd immissieniveau
$L_{i,alt}$	dB/dB(A)	Gestandaardiseerd immissieniveau op het alternatief punt
L_k	dB/dB(A)	Geluid(druk)niveau op punt k gelegen op een meetlijn bij rondommethode
$L_{nT,i}$	dB	Gestandaardiseerd op nagalmtijd genormeerd immissieniveau (binnengeluidniveau)
L_p	dB/dB(A)	Geluid(druk)niveau op de denkbeeldige meetlijn
$<L_{sA}>$	dB/dB(A)	Geluid(druk)niveau op het denkbeeldige meetvlak
L_{stoor}	dB/dB(A)	Geluid(druk)niveau van het stoorgeluid
L_v	dB/dB(A)	Snelheidsniveau
L_W	dB/dB(A)	Geluidvermogenniveau van de bron
L_{WR}	dB/dB(A)	Immissierelevante geluidvermogen
ΔL_a	dB	Luchtabsorptieterm bij rondommethode
ΔL_F	dB	Nabijheidsveldcorrectieterm bij rondom- en aangepast meetvlak-methode
ΔL_M	dB	Richtmicrofooncorrectieterm bij rondommethode
ΔL_S	dB	Term die het uitstralende oppervlak in rekening brengt
n	–	Normaalvector op oppervlak S
N	–	Aantal meetpunten of metingen
N_x	–	Fresnelgetal
$P_A(t)$	dB(A)	A-gewogen momentaan geluiddruk
P_o	dB	Referentiedruk van 20 µPa
Q	–	Verhouding tussen oppervlak referentievlak meetvlak

Symbool	Eenheid	Omschrijving
r_{bm}	m	Afstand tussen bron en het midden van cilinder m
r_{br}	m	Afstand tussen bron en reflecterend object
r_{aeb}	m	Horizontale afstand van een lijn tussen bron en immissiepunt dat boven een gebouw ligt
r_i	m	Afstand tussen broncentrum en immissiepunt. Deze afstand is de lengte van de rechte verbindingslijn tussen broncentrum en immissiepunt, en dus niet een projectie van die lijn op het horizontale vlak. Het immissiepunt (de 'ontvanger') kan een beoordelingspunt of een meetpunt zijn.
r_{im}	m	Afstand tussen immissiepunt en het midden van cilinder m
r_r	m	Afstand van broncentrum via de spiegelbeeldig reflecterende bodem naar het immissiepunt
r_{alt}	m	Afstand tussen broncentrum en alternatief punt
r_{or}	m	Afstand tussen immissiepunt en reflecterend object
r_t	m	Lengte van het deel van de geluidstraal dat door `open' installaties heen gaat
R	m	Afstand tussen bron en meetpunt ten behoeve van geluidvermogenbepaling
R_i	dB	Geluidisolatie van wanddeel *i*
R_m	m	Gemiddelde afstand tussen het bron(terrein) en de meetlijn
S_m	m^2	Oppervlak van het meetvlak bij aangepast meetvlakmethode of het door de meetlijn omsloten grondoppervlak bij de rondommethode
S_p	m^2	Oppervlak van het bronterrein
S_{ref}	m^2	Oppervlak van het referentielichaam
S_k	m^2	Oppervlak van deelvlak k
S_i	m^2	Oppervlak van wanddeel *i*
$s_{i,str}$	m	Horizontale afmeting van afscherming dwars op de lijn van bron naar immissiepunt
$t(f)$	–	Factor voor de geluidverzwakking door industrieterreinen
T_0	s	Referentienagalmtijd (0,5 of 0,8 s)
T_b	uren	Bedrijfsperiode
T_i	s	Rekenkundig gemiddelde nagalmtijd
$T_{i,j}$	s	Gemeten nagalmtijd
T_m	minuten	Meetperiode
T_o	uren	Beoordelingsperiode
U_x	m/s	Windsnelheid op x m hoogte
$v(t)$	m/s	Snelheid als functie van de tijd
v_0	m/s	Referentiesnelheid (10^{-9} m/s)
W_0	W	Referentie geluidvermogen (10^{-12} W)
W	W	Geluidvermogen van een bron

6.2. Isolatiewaarden

Enkele globale waarden voor de luchtgeluidsisolatie van diverse materialen en constructies, zoals deze door metingen zijn bepaald, worden gegeven in onderstaande tabellen. Hierbij wordt benadrukt dat bij deze waarden wordt uitgegaan van akoestisch goede randaansluitingen en afwezigheid van kieren.

Tabel 6.1 Isolatiewaarden van materialen

Materiaal, omschrijving		Dikte in mm	Oppervlakte-massa in kg/m²	R_i per octaafband in dB					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Hout									
H1	Triplex	4	3,5	3	9	12	18	26	29
H2	Spaanplaat (zwaar), multi-plex, meubelplaat	ca. 15	12	15	20	24	27	25	29
H3	Duims vurenhout	25	16	17	23	28	25	30	36
Steenachtige materialen									
S1	Drijfsteen, 1/2 steens, 2-zijdig stuc[1]	110	110	28	32	33	36	45	50
S2	Drijfsteen, 1/1 steens, 2-zijdig stuc[1]	200	210	31	34	37	45	52	55
S3	Kalkzandsteen, boeren-grauw, e.d.: 1/2 steens, 2-zijdig stuc	120	210	31	35	40	46	55	55
S4	als S3, 1/1 steens, 2-zijdig stuc	240	420	35	38	45	52	55	55
S5	Betonstenen (licht poreus), ongestuct	100	180	25	27	25	26	30	40
S6	als S5, gestuct	120	220	32	36	38	47	54	55
Beton									
B1	Grindbeton, massief 8 cm	80	180	30	33	35	45	52	55
B2	Grindbeton, massief 15 cm	150	350	33	37	45	54	55	55
B3	Gasbeton, massief 9 cm	90	75	25	30	30	32	37	45
B4	Gasbeton, massief 15 cm	150	120	30	30	32	37	45	50
Metaal									
M1	Aluminium, vlakke plaat, dikte 4 mm	4	11	12	17	23	28	29	25
M2	Staal, vlakke plaat, dikte 1 mm	1	8	11	17	22	27	33	40
M3	Staal, vlakke plaat, dikte 3 mm	3	24	19	24	30	36	40	32
M4	Staal, geprofileerd, dikte 0,7 mm	40	7	10	16	19	21	24	26
M5	Staal, geprofileerd, dikte 1 mm	45	11	14	16	20	25	29	23
Glas									
G1	4 mm	4	10	19	23	26	30	32	28
G2	8 mm	8	20	23	26	30	32	28	38
G3	4 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	22	25	22	21	29	37	37	37
G4	6 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	24	30	23	20	31	36	31	37
G5	8 mm glas, 12 mm spouw, 5 mm glas	25	33	24	22	31	36	36	38
G6	4 mm glas, 50 mm spouw, 8 mm glas	62	30	20	30	38	43	43	44

Materiaal, omschrijving		Dikte in mm	Oppervlakte-massa in kg/m²	R_i per octaafband in dB					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
G7	6 mm glas, 75 mm spouw, 6 mm glas	87	30	26	33	41	46	41	47
Diversen									
D1	Asbestcement, vlak[2]	6	10	19	25	31	36	39	–
D2	Asbestcement, gegolfd[2]	6,5	14	23	27	26	27	31	–
D3	Polyester dakplaten, ge-golfd, licht doorlatend	3	(3)	(4)	(5)	(8)	(11)	–	–
D4	Slagvast kunststof (toepas-sing bijv. lichtstraten)	4,5	5	9	15	21	27	33	39
D5	Openingen (d > l/2)	–	0	0	0	0	0	0	0

[1] Dit materiaal wordt alleen nog aangetroffen in bestaande gebouwen en wordt niet me er toegepast bij nieuwbouw.

[2] Asbestcement komt nog vrij veel voor, doch mag niet meer worden toegepast in de bouw en is vervangen door een as-bestvrije variant. Dit materiaal heeft vergelijkbare isolatiewaarden als asbestcement.

Tabel 6.2 Isolatiewaarden van (samengestelde) constructies

Materiaal, omschrijving		Oppervlakte massa in kg/m²	*Ri* per octaafband in dB					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Metselwerk								
MW 1	Steenachtige spouwmuur met minerale wol in spouw	400	41	46	52	59	64	64
MW 2	1/2-steens buitenspouwblad, isolatie, binnenspouwblad van gasbeton (d=100 mm, 650 kg/m³)	275	38	39	39	46	55	55
MW 3	Glazen bouwstenen (d=80 mm)	200	26	32	38	48	38	38
Gevelconstructies								
GC1	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met mine-rale wol (d=90 mm, 40 kg/m³), staal (d=1,0 mm)	19	18	27	37	40	42	45
GC2	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met mine-rale wol (d=90 mm), staal geper-foreerd 11% (d= 0,7 mm)	16	13	18	29	35	37	40
GC3	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw (d=90 mm) gedeeltelijk gevuld met minerale wo l (d=70 m m), staal geperforeerd 11% (d=0,7 mm)	16	15	20	31	37	37	40
GC4	idem, staal gesloten	17	17	29	39	42	42	45
GC5	Aluminium geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm, 40 kg/m³), staal (d=1,0 mm)	15	16	26	35	40	42	45
GC6	Aluminium geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm,16 kg/m³), staal (d=1,0 mm)	13	17	27	35	39	42	45

Materiaal, omschrijving		Oppervlakte massa in kg/m²	*Ri* per octaafband in dB					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
GC7	Stijf sandwichpaneel, kern van minerale wol (d=50-85 mm, 150 kg/m³)	20	23	22	17	33	43	> 43
GC8	Stijf sandwichpaneel, kern van PS-schuim (d=50-65 mm)	20	22	26	30	24	37	> 37
GC9	Stijf sandwichpaneel, kern van PUR-schuim (d=45-75 mm)	20	22	26	30	31	26	> 30
Dakconstructies								
DS1	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), minerale wol (d=60 mm, 10,5 kg/m²), dakleer 1-laags (vastgebrand)	24	21	27	34	37	44	55
DS2	Staal geprofileerd, perforatiegraad 10% (d=0,7 mm), minerale wol (d=60 mm, 10,5 kg/m 2), dakleer 1-laags (vastgebrand)	21	14	17	25	38	46	56
DS3	Houtvezelbetonplaat met 30 mm ballastgrind		28	29	40	42	47	55
DS4	Houten dakbeschot met isolatie (schuim) en 30 mm ballastgrind		21	27	27	29	34	40

Bij de bovengenoemde waarden van dakconstructies met geprofileerde beplating is uitgegaan van cannelures die op een adequate wijze zijn gedicht bij de aansluiting op wanden of gevels.

Naast de in tabel 6.1 en tabel 6.2 opgenomen isolatiewaarden van materialen en constructies kan verwezen worden naar de literatuur. In dit kader kunnen genoemd worden:
– `Herziene rekenmethode geluidswering gevels' d.d. december 1989 van het Ministerie van VROM.
– `Rekenmethode GGG 97 voor het berekenen van de geluidswering van gevels' d.d. 15 mei 1997 van IW B (Intergemeentelijke werkgroep bouwfysica van grote gemeenten).

6.3. Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai

De meet- en rekenmethode geluid industrie is gebaseerd op de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999 (heruitgave 2010, uitgever Berghauser Pont Publishing, ISBN: 978-90-73875-95-1). Ten opzichte van deze Handleiding (hierna te noemen: HMRI) zijn de volgende belangrijkste wijzigingen doorgevoerd:
– Gewijzigde indeling en opzet. De meet- en rekenmethode geluid industrie kent thans een indeling waarbij in hoofdstuk 1 de methode I en II qua toepassingsgebied worden toegelicht. In hoofdstuk 2 worden voor zowel methode I als II alle meetmethoden en vaststellingsmethoden van geluidvermogens behandeld. In hoofdstuk 3 worden alle geluidoverdrachtsmethoden behandeld. Hoofdstuk 4 behandelt de bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van activiteiten gebaseerd op representatieve bedrijfssituaties (RBS) en uitzonderlijke bedrijfssituaties (UBS). Hoofdstuk 5 behandelt de bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van industrieterrein, waarbij wordt uitgegaan van een jaargemiddelde bedrijfssituatie. Hierbij worden nieuwe beoordelingsgrootheden L_{den} en L_{night} geïntroduceerd.
– Daarnaast zijn diverse tekstuele wijzigingen doorgevoerd en zijn foutieve verwijzingen binnen de HMRI verbeterd.
– Controle en verbeteringen op actualiteit van externe verwijzingen naar norm, wet- en regelgeving. Ook zijn alle beleidsmatige overwegingen verwijderd.
– Aanpassing van HMRI formule 4.28: $B_b = (1-r_{geb}/r_i)$ waarin ten onrechte bodemfactor B ontbrak.
– Definitie van bronhoogte voor geluidbronnen op een gebouw is verduidelijkt.
– De definitie van ri (afstand tussen broncentrum en immissiepunt) is verbeterd.
– In de HMRI was niet aangegeven hoe om te gaan met meervoudige reflecties. Hierin is nu voorzien.

- Luchtabsorptiecoëfficiënt in de 200 Hz tertsband was in de HMRI abusievelijk aangegeven als 7,6.10-3, dit is gewijzigd in 7,6.10-4.
- De beschrijvingen van f_{onder}, f_{midden} en f_{boven} zijn aangepast.
- Nuancering in de beschrijving van de bodemtypen.
- Het gebruik van ISO 1996-2:2017 bijlage J voor het bepalen van tonaliteit.
- Aanpassing het bodemeffect in situatie waarbij de bron en ontvanger zich op relatief korte afstand van elkaar bevinden ten opzichte van de bronhoogte en ontvangerhoogte.
- Verduidelijking van de begrenzing van D_{scherm} in situaties met twee of meer schermen.

6.4. Nadere toelichting hoofdstuk 2

In hoofdstuk 2 worden zowel geluidimmissie- als geluidemissiemetingen beschreven.

Stoorgeluid

Bij geluidmetingen is het voorkomen stoorgeluid of het corrigeren voor stoorgeluid altijd van groot belang. Stoorgeluid is al het geluid, dat niet van de te onderzoeken bron afkomstig is. Het geluid van de te onderzoeken bron wordt signaal genoemd. De sterkte van het stoorgeluid bepaalt mede de toe te passen methode. Stoorgeluid kan namelijk het met en op kortere afstand van de bron noodzakelijk maken. Geluid van een (deel)bron is immers alleen te bepalen als zó dicht bij de (deel)bron wordt gemeten, dat het signaal het stoorgeluid afkomstig van de andere (deel)bronnen overheerst. Als lage geluidniveaus worden gemeten (30-50 dB(A)) is ook stoorgeluid veroorzaakt door de wind van belang: direct door windruis op het microfoonkapsel, indirect door het ruisen van bomen en dergelijke. Vooral als het signaal in enkele octaafbanden is geconcentreerd, kan, hoewel dit signaal goed hoorbaar is, het geluidniveau in dB(A) toch mede bepaald worden door wind. Daarnaast kunnen geluiden van natuurlijke oorsprong in een octaafband aan zienlijke stoorniveaus opleveren (vogelgetsjilp: 4 kHz).
De bijdrage van het stoorgeluid is en blijft een onzekere factor. Daarom is het vereist de meetmethode en de meetcondities zo te kiezen, dat de invloed van het stoorgeluid minimaal is. Bij alle metingen moet het stoorgeluid kwalitatief worden beoordeeld.

Geluidemissiemeetmethode

Voor de bepaling van de geluidemissie is alleen het geluid van belang dat door de bron in de richting van het immissiepunt wordt uitgestraald. Dit wordt aangeduid met het begrip immissierelevante geluidvermogen. Waar in het vervolg in deze meet- en rekenmethode geluid industrie gesproken wordt over geluidvermogen, wordt daarmee steeds de immissierelevante geluidvermogen bedoeld. Dit geluidvermogen kan in volgorde van afnemende nauwkeurigheid worden bepaald uit:
- metingen in de betreffende situatie;
- metingen aan vergelijkbare installaties elders;
- karakteristieke gegevens van bepaalde typen installaties in combinatie met empirische formules;
- kengetallen die voor globale planologie worden gebruikt.

Hoofdstuk 2 richt zich vooral op de eerste en, in prognose-situaties, op de tweede categorie. De emissiemeetmethoden zijn in een vijftal submethoden onderverdeeld:

Geconcentreerde bronmethode

Er is sprake van een geconcentreerde bron als de afstand *R* waar op gemeten wordt, groot is ten opzichte van de grootste afmeting, d, van de bron. In de meet- en rekenmethode geluid industrie wordt als criterium aangehouden dat $R > 1{,}5\ d$. Als aan deze voorwaarde is voldaan, kan uit een meting op één positie de immissierelevante geluidvermogen in de richting van die positie worden bepaald. Fouten ten gevolge van het geometrische nabijheidsveld en het akoestische nabijheidsveld spelen bij deze methode in de praktijk geen rol van betekenis.
Als deze emissiemethode kan worden toegepast zonder dat stoorgeluiden de metingen beïnvloeden, heeft deze methode de voorkeur boven de andere emissiemeetmethoden omdat deze eenvoudig en het meest nauwkeurig is.

Aangepast meetvlakmethode

Bij deze methode worden metingen verricht op een groot aantal posities, gelegen op een omhullend meetvlak dat aangepast is aan de vorm van de geluidbron. De afstand tot de bron bedraagt een halve tot enkele meters bij geluiduitstralende objecten. Bij openingen kan tot in het vlak van de opening worden gemeten, tenzij relatief hoge luchtstroomsnelheden in de opening optreden, die de geluidmeting verstoren.

Uit de grootte van het oppervlak van het aangepaste meetvlak en de gemeten niveaus kan het geluidvermogen worden bepaald. Soms kan met behulp van aannamen op basis van het type geluidbron een indicatie over de richtingsafhankelijkheid van de geluiduitstraling worden verkregen. Het grote voordeel van deze methode is dat in een situatie waarin de bronnen dicht bij elkaar staan de afzonderlijke geluidvermogens van deelbronnen kunnen worden bepaald. Vooral bij het treffen van maatregelen zal daarom deze methode worden toegepast.

Toegepast op relatief grote installaties is deze methode veel bewerkelijker dan de rondommethode. Voor fouten ten gevolge van het geometrisch nabijheidsveld wordt voor een deel gecorrigeerd. Op een afstand van circa 1 m of meer zijn de fouten ten gevolge van het akoestische nabijheidsveld veelal verwaarloosbaar.
De mogelijke invloed van stoorgeluid is bij deze metingen tot een minimum teruggebracht doch de nauwkeurigheid wordt beperkt door de onzekerheid over de richtingskarakteristiek van de bronnen.

Rondommethode (alleen methode II)

De rondommethode heeft als kenmerk dat de geluidvermogen wordt afgeleid uit geluidniveaus die op een voorgeschreven aantal posities op een voorgeschreven meetlijn rondom de bron zijn gemeten waarbij de meetpunten relatief dicht bij de bron liggen.
Met de rondommethode kan alleen een over de horizontale richtingen gemiddelde geluidvermogen worden afgeleid.

Alleen met behulp van aannamen over de positie van de belangrijkste bronnen kan enige richtingsinformatie worden verkregen. In het algemeen zal echter geen informatie over de richtingsafhankelijkheid van de geluiduitstraling in het horizontale vlak beschikbaar komen. Het geluid dat naar boven wordt uitgestraald en dus geen bijdrage geeft tot de geluidimmissie, blijft bij deze methode buiten beschouwing.

De rondommethode is daarom geschikt voor geluidbronnen die:
– in horizontale richting veel uitgestrekter zijn dan in verticale richting;
– zelf niet gericht uitstralen of opgesteld staan in een omgeving met veel geluidreflecterende en -verstrooiende objecten.

Door de geometrie die bij de rondommethode is vereist, is het akoestische nabijheidsveld niet van belang. Het effect van het geometrische nabijheidsveld is in de methode verwerkt.
De nauwkeurigheid van de methode hangt sterk van de situatie af. Een voordeel van deze meetmethode is dat de onderlinge afscherming op het fabrieksterrein in de geluidvermogen kan worden verwerkt.

Intensiteitsmetingen (alleen methode II)

Bij deze methode wordt met behulp van een speciale intensiteitsmeetprobe de geluidintensiteit bepaald die door een omsloten oppervlak rond een geluidbron stroomt. Uit het product van intensiteit en oppervlak is het geluidvermogen van de bron te bepalen. Deze methode leent zich goed bij situaties met stoorgeluid, doch vereist bijzondere deskundigheid.

Snelheidsmetingen (alleen methode II)

Van bepaalde (delen van) constructies of machines kan het geluidvermogen afgeleid worden uit de door snelheidsmetingen (ook wel trillingmetingen genoemd) vast te stellen snelheidsniveaus, de oppervlakte van de betreffende geluidafstralende onderdelen en de afstraalgraad. De afstraalgraad is de verhouding tussen de trillingenergie van een object en de daardoor afgestraalde geluidenergie. De mate van nauwkeurigheid is sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid van de afstraalgraad.

Welke emissiemeetmethode ook wordt gekozen het verdient de voorkeur om een situatie met behulp van verschillende metingen bast te stellen, zodat metingen met elkaar vergeleken kunnen worden en tot een nauwkeurige analyse gekomen kan worden van de situatie.
Het zal bij vele metingen niet te voorkomen zijn dat in bepaalde frequentiebanden stoorgeluid optreedt. Als voorbeeld hiervan kunnen windturbulenties genoemd worden. In de praktijk bepalen windturbulenties in de lage frequenties nog wel eens de meetwaarde.
Omdat de keuze van het meetpunt betrekkelijk vrij is, moet er zorg voor worden gedragen dat stoorgeluidcorrecties die invloed hebben op het A-gewogen geluidniveau zo min mogelijk voorkomen. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de te berekenen geluidniveaus op grotere afstand.

Door het effect van luchtabsorptie in het midden- en hoogfrequente gebied neemt het belang van de laagfrequente componenten op grote afstand toe.
In literatuur [L.4], [L.5] en [L.6] wordt ingegaan op specifieke aspecten bij het verrichten en analyseren van snelheidsmetingen.

6.5. Nadere toelichting hoofdstuk 3

De geluidoverdracht wordt in het algemeen door middel van berekeningen bepaald. Een overdrachtsberekening bevat elementen die altijd optreden, zoals verzwakking door geometrische uitbreiding en luchtabsorptie, en elementen die sterk van de situatie afhangen zoals bodemeffecten, afscherming, enzovoort. Bij complexe overdrachtssituaties is vooral de invloed van deze laatste elementen belangrijk maar vaak ook moeilijk te berekenen.

In een groot aantal situaties zal een voldoende nauwkeurige berekening kunnen worden uitgevoerd met het overdrachtsmodel van methode I, dat wil zeggen als de bron-ontvangerafstand klein is en geen afscherming optreedt.

Het overdrachtsmodel van methode I kan ook toegepast worden voor een eenvoudige situatie met afscherming. De rekenresultaten zijn evenwel indicatief en conservatief, en kunnen afwijken van de resultaten die met methode II gevonden zouden worden. In complexe situaties waarbij ingewikkelde en/of meervoudige afschermingen en reflecties een rol spelen, zullen de verzwakkingen met methode I niet nauwkeurig berekend kunnen worden. Het overdrachtsmodel van de specialistische methode II kan dan worden gebruikt.

De geluidniveaus berekend met het overdrachtsmodel van methode II zijn meestal nagenoeg gelijk met de geluidniveaus die volgen uit de berekeningen met het overdrachtsmodel van methode I, mits laatstgenoemde methode onder de gestelde randvoorwaarden wordt toegepast.

Methode I kan niet worden toegepast voor de vaststelling van geluid ten gevolge van industrieterreinen waar geluidproductieplafonds gelden, maar binnen de daarvoor geldende randvoorwaarden wel voor het indicatief vaststellen of een activiteit op een dergelijk industrieterrein inpasbaar is binnen het geluidproductieplafond.

De nauwkeurigheid van toepassing van de methode voor het berekenen van lage schermen wordt beperkt door reflecties in het bron- of immissiegebied. Ook voor hoog gelegen schermen en grote afstanden tussen bron en immissiepunt neemt de betrouwbaarheid van de methode zoals omschreven in paragraaf 3.2.3.4 af ten gevolge van atmosferische invloeden. Spreidingen van + 5 dB in het niveau kunnen optreden. In uiterst kritische situaties kan het gewenst zijn de resultaten te verifiëren met behulp van daarvoor meer geëigende overdrachtsrekenmodellen zoals het golffrontextrapolatiemodel. Deze modellen zijn echter niet eenvoudig toepasbaar en vragen veelal lange rekentijden en zijn niet algemeen toegankelijk.

6.6. Nadere toelichting hoofdstuk 4

Het geluid van activiteiten, niet zijnde het geluid van een industrieterrein, moet worden beoordeeld op basis van een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{Ar,LT}$). Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau wordt vastgesteld op basis van een representatieve bedrijfssituatie (RBS) van een activiteit. Dit is de gangbaar maximale bedrijfssituatie van een activiteit. Alleen uitzonderlijke bedrijfssituaties die beperkt voorkomen kunnen bij de representatieve bedrijfssituatie buiten beschouwing worden gelaten. Voor de uitzonderlijke bedrijfssituaties (UBS) van een activiteit kan afzonderlijk het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{Ar,LT}$) worden bepaald en worden getoetst aan (afwijkende) grenswaarden. Onder de Wet milieubeheer waren er onder andere incidentele bedrijfssituaties, regelmatige afwijkingen van de representatieve bedrijfssituatie en evenementen. Al deze bedrijfssituaties vallen nu onder de uitzonderlijke bedrijfssituatie (UBS).

Deze systematiek komt in belangrijke mate overeen met de HMRI. Ten opzichte van de oude HMRI is voor de bepaling van een toeslag vanwege tonaal geluid (K_1) de mogelijkheid gegeven om gebruik te maken van ISO 1996-2:2017 bijlage J. In het verleden heeft het wel of niet toepassen van de toeslag vanwege tonaal geluid voor veel discussie gezorgd. Met behulp van ISO 1996-2:2017 bijlage J kan op kwantitatieve wijze de mate van tonaliteit worden vastgesteld. Deze mate van tonaliteit wordt uitgedrukt middels de grootheid K_t. Alleen bij een K_t van 5 of meer kan de toeslag K_1 van 5 dB worden toegepast bij de bepaling van het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau.

6.7. Nadere toelichting hoofdstuk 5

Het geluid door een industrieterrein wordt beoordeeld op basis van een jaargemiddelde geluidbelasting. Deze geluidbelasting wordt uitgedrukt in een L_{den} en een L_{night}. Voor alle activiteiten die op het industrieterrein worden uitgevoerd, behoudens enkele in paragraaf 5.2 genoemde activiteiten, moet aldus de jaargemiddelde bedrijfssituatie worden vastgesteld.

Een jaargemiddelde bedrijfssituatie kan afwijken van een representatieve bedrijfssituatie. Echter als een vergunning is verleend voor een bepaalde activiteit zonder beperkingen qua aantal dagen per jaar en/of uitsluiting van specifieke weekdagen dan is de jaargemiddelde bedrijfssituatie voor deze activiteit gelijk aan de representatieve bedrijfssituatie. Bij de vaststelling van jaargemiddelde bedrijfssituatie moeten tijdelijke verhogingen van het geluid zoals door het afblazen of affakkelen in de petrochemische industrie of andere uitzonderlijke activiteiten, worden meegenomen.

In de oude HMRI was uitdrukkelijk vermeld dat toeslagen voor bijzondere geluiden niet gebruikt moesten worden in het kader beoordeling van het geluid van gezoneerde industrieterreinen. Daarbij was opgemerkt dat bij de vergunningverlening aan bedrijven op het gezoneerde industrieterrein deze toeslag wel van toepassing was, waarbij het bevoegd gezag voor een zorgvuldige afstemming van zonering en vergunning zorg moet dragen. Dit heeft er in het verleden toe geleid dat in enkele specifieke situaties waarbij er sprake is van geluid met een tonaal karakter (bijvoorbeeld: een industrieterrein met een groot solitair transformatorstation of een industrieterrein dat bestaat uit een motorcrossterrein waar voornamelijk met tweetakt motoren wordt gereden) toch een toeslag voor tonaal geluid is toegepast bij de bepaling van het geluid door het gezoneerde industrieterrein. De reden hiervoor was dat het niet toepassen van een toeslag vanwege tonaal geluid bij tonale activiteiten tot een onderschatting zou leiden van de hinderbeleving bij bestaande en nieuwe geluidgevoelige bestemmeningen en niet in lijn zou zijn met de beoordeling van tonale activiteiten buiten een industrieterrein.

In de nieuwe systematiek is dat ongewijzigd voortgezet en wordt de mogelijkheid geboden om voor voornoemde specifieke situaties een toeslag vanwege bijzondere geluiden te hanteren bij het bepalen van het geluid van een industrieterrein. In alle overige situaties moet de toeslag vanwege van bijzondere geluiden niet worden toegepast bij het bepalen van het geluid van een industrieterrein.

6.8. Literatuurlijst

[L.1]	NEN-EN-ISO 3382-2:2008 'Akoestiek – Meting van de ruimte akoestische parameters – Deel 2: Nagalmtijd in gewone ruimtes'
[L.2]	ISO 8297: 1994 'Acoustics B Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment – Engineering method'
[L.3]	ISO 9613-1: 1993 'Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere'
[L.4]	L. Cremer, M. Heckl en E. E. Ungar, `Structure-Borne Sound', Springer Verlag 1973 Berlin, blz. 506 e.v.
[L.5]	H. F. Steenhoek, T. ten Wolde, `The reciprocal measurements of mechanical-acoustical transfer functions', Acustica 23 (1970), 301
[L.6]	K. J. Buhlert en J. Feldmann, `Ein Messverfahren zur Bestimmung von Körperschallanregung und -übertragung', Acustica 42 (1979) p. 108-113
[L.7]	Ir. M.L.S. Vercammen en ir. P.H. Heringa `Berekening afstraalgraad verschillende constructies' ICG rapport IL-HR-13-04,1989
[L.8]	Dr. Ing. A. von Meier en Dr. G.J. van Blokland, `Uitbreiding van industriegeluid in woonwijken met betrekking tot sanering industrielawaai', ICG rapport GF-HR-01-03 (1989)
[L.9]	Ir. A. Moerkerken, `Handleiding ter berekening van de geluidverzwakking in woonwijken in het kader van de sanering industrielawaai', ICG rapport GF-HR-01-05 (1989)
[L.10]	ISO 1996-2:2017 'Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Determination of sound pressure levels'

W

Het opschrift van bijlage XXV wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE ~~XXV~~IVI BIJ DE ARTIKELEN 3.28, ONDER A, 6.8, EERSTE LID, EN 8.25, EERSTE EN TWEEDE LID, VAN DEZE REGELING (~~REKEN~~MEET- EN ~~MEETMETHODE~~REKENMETHODE GELUID WINDTURBINES)

X

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

1.2. Apparatuur

Bij de geluidmetingen wordt de volgende apparatuur gebruikt:
a) Een rondomgevoelige microfoon met een diameter van ten hoogste 1,27cm.
b) Een instrument waarmee de A-weging kan worden uitgevoerd.
c) Een integrerende octaafbandanalysator.
d) Een akoestische ijkbron, die geschikt is voor het gebruikte type microfoon.
e) Een ronde geluidreflecterende plaat met een diameter van minstens 1 m, vervaardigd van akoestisch hard materiaal; bijvoorbeeld 12 mm multiplex.
f) Een voorziening om windgeruis te onderdrukken zonder daarbij het resultaat te beïnvloeden; bijvoorbeeld de helft van een akoestische windbol.

De functionaliteit van de onder b) en c) genoemde instrumenten is meestal samengevoegd in één apparaat. De meetketen moet voldoen aan de relevante specificaties voor klasse 1 apparatuur van de NEN-EN-IEC 61672-1 en de octaafbandfilters aan NEN-EN-IEC 61260-1. De akoestische ijkbron voldoet aan de norm voor klasse 1 apparatuur conform NEN-EN-IEC 60942. De specificaties van de instrumentatie moeten minstens iedere twee jaar worden gecontroleerd.

De meteorologische toestand wordt als volgt geregistreerd:
g) Windsnelheid met een nauwkeurigheid van 0,2 m/s bij windsnelheden van 1 tot 15 m/s.
h) Windrichting met een nauwkeurigheid van 6°.
i) Luchtdruk met een nauwkeurigheid van 1 kPa.
j) Temperatuur met een nauwkeurigheid van 1°C.

Y

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

1.3.1. Geluidmetingen

Meetposities en meetopstelling

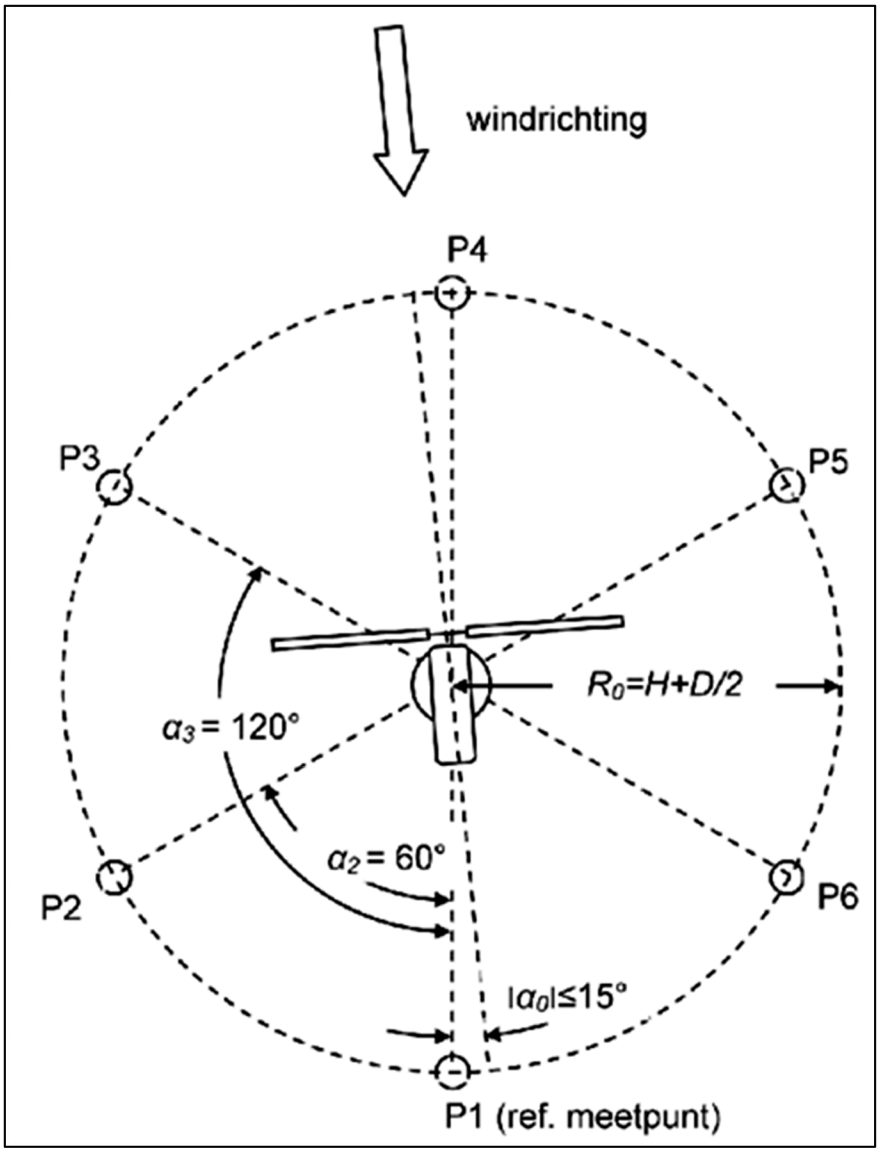
Het geluidniveau van de turbine wordt op één verplichte positie en optioneel op 6 posities bepaald. De optionele meetpunten zijn gelijkmatig verdeeld over een cirkel met straal R_0, zoals weergegeven in figuur 1.1 en 1.2. Hierbij stelt R_0 de horizontale afstand voor tussen het meetpunt en de verticale hartlijn van de turbinemast. Deze afstand is circa:

$$R_0 = H + D/2 \qquad (1.1)$$

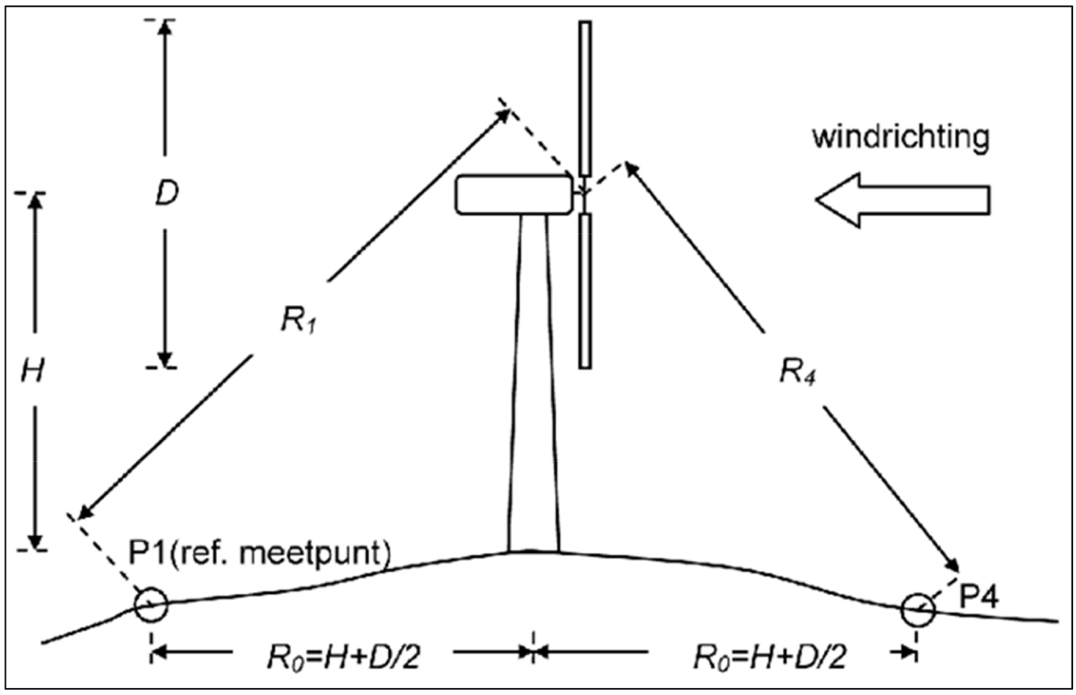
waarbij wordt verstaan onder:

H: de verticale afstand tussen het maaiveld en de ashoogte;
D: de diameter van de rotor.

Het verplichte referentiemeetpunt P1 bevindt zich benedenwinds van de windturbine en wordt gebruikt bij het bepalen van het geluidvermogen van de turbine. De meetpunten P2 t/m P6 worden gebruikt bij de vaststelling van de correctiefactor voor de richtwerking van de turbine (optioneel). Tijdens de metingen moet de as van de rotor parallel zijn met de op ashoogte heersende windrichting. Verder mag de richting van de as P1-P4 niet meer dan ±15° afwijken van de heersende windrichting.



~~figuur~~Figuur 1.1 bovenaanzicht van de geluidmeetposities

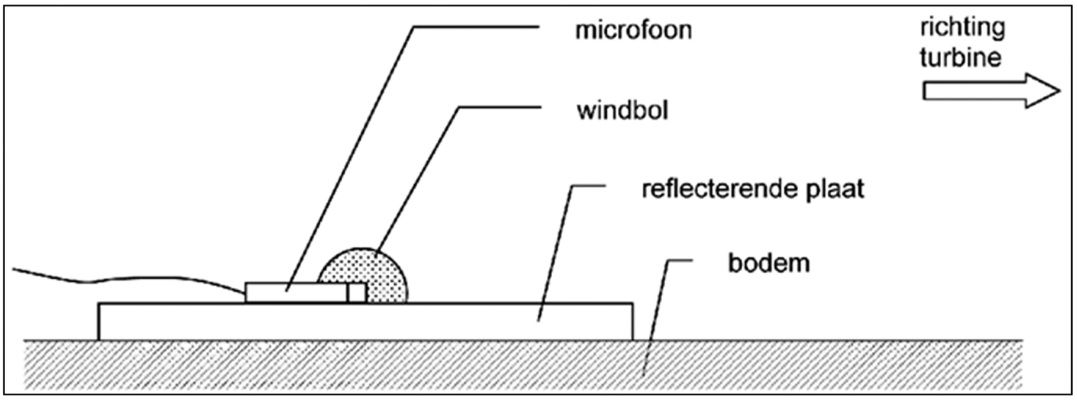


~~figuur~~Figuur 1.2 schematische weergave meetposities P1 (benedenwinds) en P4 (bovenwinds)

Doordat het middelpunt van de rotor niet samenvalt met het middelpunt van de mast zullen R_1 en R_4 (in geringe mate) verschillen.

De directe omgeving van de meetpositie en het gebied tussen de microfoon en de windturbine moet vrij zijn van obstakels die van invloed zijn op het resultaat.

Bij de metingen is de microfoon op de reflecterende plaat bevestigd met de hartlijn van de microfoon gericht op de windturbine, zoals aangegeven in figuur 1.3. Hierbij sluit de reflecterende plaat goed aan op de bodem.



Figuur 1.3 weergave van de meetopstelling

Meetcondities

Bij dichte mist of neerslag mag niet worden gemeten.

Voor en na iedere serie metingen moet het meetsysteem worden gekalibreerd met een akoestische ijkbron. Bij langdurige metingen moet het meetsysteem ook tussentijds worden gekalibreerd. Als de kalibratiewaarden meer dan 0,5 dB afwijken van de initiële waarden zijn de meetresultaten niet geldig.

Periodes waarin sprake is van stoorgeluid met een discontinu karakter (zoals incidentele voertuigpassages, vogels, vliegtuigen) worden niet meegenomen in de analyse. Wanneer er sprake is van stoorgeluid van continue aard (zoals windgeruis) wordt hiervoor gecorrigeerd.

Metingen voor het bepalen van het windsnelheidsafhankelijke geluidvermogen

De metingen voor het bepalen van het windsnelheidsafhankelijke geluidvermogen van de windturbine worden uitgevoerd op meetpunt P1. Bij de metingen worden de equivalente A-gewogen octaafbandspectra met middenfrequenties van 31,5 tot 8.000 Hz vastgesteld over periodes met een duur van ten minste 1,0 minuut.
De metingen moeten worden uitgevoerd bij windsnelheden op ashoogte (V_H) die variëren tussen V_{ci} tot 95% van V_{rated},

waarbij wordt verstaan onder:

V_{ci} laagste windsnelheid waarbij de turbine in bedrijf is (cut in snelheid);

V_{rated} windsnelheid, waarbij de turbine juist het nominale vermogen levert.

Bij iedere hele waarde van de windsnelheid V_H moeten binnen een bandbreedte van 1 m/s minstens drie metingen worden verricht. De totale meetset bedraagt ten minste 30 metingen van ten minste 1,0 minuut.

Om voldoende gegevens te verkrijgen bij alle relevante windsnelheidscondities kan het noodzakelijk zijn om meerdere meetsessies te organiseren. Bij controlemetingen voor handhaving kan het meetprogramma echter worden ingeperkt, zie paragraaf 1.6.

Rondommetingen voor het bepalen van de richtingsindex (optioneel)

Ter bepaling van de richtingsindex van de windturbine worden simultaan metingen verricht op de meetpunten P1 tot en met P6. Volstaan wordt met het bepalen van het equivalente totale A-gewogen geluidniveau van de windturbine. De meetserie bestaat uit ten minste 10 metingen per positie met een duur van ieder ten minste 1,0 minuut. De windsnelheid op ashoogte ligt tijdens de metingen tussen 0,75V_{rated} en 0,95 V_{rated}.

Geluidmetingen ter bepaling van stoorgeluid

De stoorgeluidcorrectie geschiedt op basis van metingen van het achtergrondgeluid bij uitgeschakelde windturbine. Tijdens de achtergrondmetingen moeten geluidmeetpositie, meetopstelling en omstandigheden overeenkomen met de situatie bij ingeschakelde turbine. Het bereik van de te bemeten windsnelheden moet overeenstemmen met de windtoestand op die hoogte bij ingeschakelde turbine.

Z

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

1.4.2. Correctie voor stoorgeluid

Het niveau van het stoorgeluid L_{stoor} wordt berekend op basis van achtergrondmetingen op het betreffende geluidmeetpunt bij uitgeschakelde turbine. Hiertoe worden de geluidniveaus op P1 (of P1-P6) uitgezet tegen de windsnelheid, gemeten op de in paragraaf 1.3.3 aangegeven positie. Vervolgens worden de coëfficiënten bepaald van het ~~tweede graads~~tweedegraads polynoom dat zo goed mogelijk aansluit bij de meetwaarden.

$$L_{stoor}(V_A) = a_0 + a_1 V_A + a_2 V_A^2 \qquad (1.3)$$

waarbij wordt verstaan onder:

V*A* windsnelheid op 5 tot 10 m hoogte boven het maaiveld, gemeten op een afstand van *2D* bovenwinds van de turbine

De 1-minuutgemiddelde geluidniveaus, gemeten bij ingeschakelde turbine worden vervolgens gecorrigeerd voor stoorgeluid volgens de formule:

$$L_{eq} = 10lg\left[10^{\frac{L_{eq*}}{10}} - 10^{\frac{L_{stoor}}{10}}\right] \quad (1.4)$$

waarbij wordt verstaan onder:

L_{eq}	geluidniveau van de turbine;
L_{eq}*	geluidniveau van de windturbine inclusief stoorgeluid;
L_{stoor}	niveau van het stoorgeluid, berekend met de op dat moment heersende windsnelheid (V_A) volgens formule 1.3.

Bij het bepalen van de geluidvermogens geschiedt stoorgeluidcorrectie met formule 1.3 en 1.4 per octaafband. Bij het bepalen van de correctiefactor voor de richtwerking kan worden volstaan met correctie van totale A-gewogen niveaus. Het stoorgeluidniveau L_{stoor} wordt beperkt tot een waarde die ten minste 3,0 dB onder het niveau bij ingeschakelde turbine ligt.

AA

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

1.6. Handhaving

Handhaving met metingen op geluidgevoelige gebouwen is door de invloed van stoorgeluid en problemen met representativiteit niet goed mogelijk. Daarom worden handhavingsmetingen toegespitst op controle van het geluidvermogen.

Het bepalen van het geluidvermogen bij alle voorkomende windsnelheden kan tijdrovend zijn en is in het algemeen niet nodig. Daarom kan – ter beoordeling van het bevoegd gezag – worden volstaan met steekproefsgewijze controle van het geluidvermogen. De uitvoering en uitwerking hiervan vindt plaats volgens de methode die in voorgaande paragrafen is beschreven, met uitzondering van het volgende:

- Bij de te onderzoeken hele waarde van de windsnelheid op ashoogte (index *j*) worden binnen een bandbreedte van 1 m/s minstens *zes* metingen verricht met een duur van ten minste 1,0 minuut per meting.
- De *totale A-gewogen niveaus* worden beschouwd in plaats van octaafbandniveaus.
- Op de gemeten totale A-gewogen niveaus wordt *lineaire regressie* uitgevoerd, waarna het geluidvermogen bij de hele waarde van de windsnelheid op ashoogte (index *j*) wordt berekend.

Bij het bepalen van de windsnelheid op ashoogte wordt in principe uitgegaan van door de exploitant aan te leveren productiegegevens. De gegevens kunnen in veel gevallen extern worden getoetst door registratie van het rotortoerental.

BB

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

2.1. Principe van de berekening

Het geluid wordt uitgedrukt in geluidbelasting L_{den} en L_{night}.

In algemene zin wordt het equivalente geluidniveau $L_{Aeq,T}$ in dB(A) over een tijdvak T van t_1 tot t_2 bepaald volgens de formule:

$$L_{A,eq,T} = 10log(\frac{1}{T}\int_{t1}^{t2}\left(\frac{p_{A,t}}{p_0}\right)^2 dt$$

waarbij wordt verstaan onder:

T	$= t_2 - t_1$
$p_{A(t)}$	= de A-gewogen momentane geluiddruk
p	= referentiedruk van 20 µPa

Het equivalente geluidniveau L_{eq} van een windturbine wordt berekend als de som van de jaargemiddelde geluidemissie L_E, de geluidoverdracht van de bron naar het beoordelingspunt bij gestandaardiseerde (gunstige) omstandigheden ΣD en de meteocorrectieterm C_{meteo}. De berekening wordt uitgesplitst per dag-, avond- en nachtperiode.

De emissieterm wordt bepaald uit de convolutie van het windsnelheidsafhankelijke geluidvermogen en de langjaargemiddelde lokale windsnelheidsverdeling op ashoogte. Als de bron niet kan worden gekenmerkt door een zuivere monopool en dus niet in alle richtingen gelijkmatig uitstraalt, kan de richtingsindex worden meegewogen.

De geluidoverdracht bij gestandaardiseerde omstandigheden wordt getypeerd door een positieve verticale geluidsnelheidsgradiënt. Dit betekent wind in de richting van het beoordelingspunt en een geringe invloed van de temperatuursgradiënt. De methode om de overdracht te berekenen is integraal overgenomen uit ~~de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh (methode II.8). Deze methode wordt veelvuldig gebruikt bij andere geluidbronnen van industriële aard en behoeft om die reden geen nadere toelichting.

Met de meteocorrectieterm wordt het verschil tussen de gestandaardiseerde en de gemiddelde overdrachtssituatie in rekening gebracht. De hier gebruikte term wijkt, zoals al aangegeven, af van de in de HMRI-1999 gedefinieerde term als gevolg van het meenemen van de windrichtingstatistiek. De correctieterm is daarom afhankelijk van de richting van de ontvanger ten opzichte van de bron.

CC

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

2.11.3. Berekening van Dbodem

De term D_{bodem} is uit een drietal deeltermen opgebouwd die het effect van de bodem in het bron-, en immissiegebied en eventueel het ~~midden gebied~~middengebied aangeven.

$$D_{bodem} = D_{b,br} + D_{b,ont} + D_{b,mid} \qquad (2.24)$$

De berekening van $D_{b,br}$ en $D_{b,ont}$ is volledig analoog. De berekening van het effect van het middengebied gaat op een andere wijze.

Tabel 2.6 De bodemverzwakking in het bron- en immissiegebied

Middenfrequentie octaafband [Hz]	$D_{b,br}$ of $D_{b,ont[dB]}$
31,5	–3
63	–3
125	$-1 + B_b\,(a(h) + 1)$
250	$-1 + B_b\,(b(h) + 1)$
500	$-1 + B_b\,(c(h) + 1)$
1.000	$-1 + B_b\,(d(h) + 1)$
2.000	$-1 + B_b$
4.000	$-1 + B_b$
8.000	$-1 + B_b$

waarbij wordt verstaan onder:

$$a(h) = 3{,}0e^{-0{,}12(h-5)^2}\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right) + 5{,}7e^{-0{,}09h^2}\left(1 - e^{-2{,}8.10^{-6}r_i^2}\right)$$
$$b(h) = 8{,}6e^{-0{,}09h^2}\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right)$$
$$c(h) = 14{,}0e^{-0{,}46h^2}\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right)$$
$$d(h) = 5{,}0e^{-0{,}90h^2}\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right)$$

Opmerking: voor $h = h_o = 5$ m geldt:

$$a(5) = 3{,}0\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right) + 0{,}6\left(1 - e^{-2{,}8.10^{-6}r_i^2}\right) \quad (2.25)$$
$$b(5) = 0{,}9\left(1 - e^{-\frac{r_i}{50}}\right)$$
$$c(5) = 0{,}0$$
$$d(5) = 0{,}0$$

De term $D_{b,br}$

$D_{b,br}$ wordt berekend uit de afstand r_i tussen bron en immissiepunt, de bodemfactor B_b van het brongebied en de (gecorrigeerde) bronhoogte h. De bodemfactor B_b blijft betrokken op de echte bronhoogte h_b.

De hoogte h is gelijk aan de bronhoogte tenzij er afscherming optreedt met een positieve verticale omweg ($D_{scherm} \geq 4{,}8$) en bovendien de bronhoogte minder dan 5 m bedraagt. In dat geval geldt:

$h = h_b$	als $h_b \geq 5$ m of $h_e \leq 0$	(2.26)
$h = h_b + (r_i - r_{bs})h_e/r_i$	als $h_b < 5$ m en $h_e > 0$	

De term $D_{b,ont}$

De berekening van $D_{b,ont}$ is analoog aan $D_{b,br}$ (zie tabel 2.6).

De term $D_{b,mid}$

De verzwakking ten gevolge van het middengebied wordt bepaald uit de bodemfactor van het middengebied B_m en de factor m (zie tabel 2.7).

Tabel 2.7 De bodemverzwakking in het middengebied

Middenfrequentie octaafband [Hz]	$D_{b,mid}$ [dB]
31,5 en 63	$-3\ m$
125 en hoger	$+3\ m\ (Bm - 1)$

waarbij wordt verstaan onder:
$m = 0$ als $r_i \leq 30\ (h_b + h_o)$
$m = 1 - 30\ (h_b + h_o)/r_i$ als $r_i > 30\ (h_b + h_o)$

DD

Binnen bijlage IVI (Nieuw) wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

3.1. Symbolen

Symbool	Eenheid	Omschrijving
ΔL	dB	Correctiefactor voor de richtwerking van windturbines
a_{lu}	dB/m	Luchtabsorptiecoëfficiënt
B	–	~~Bodemfacor~~Bodemfactor
B_b	–	Bodemfactor van het brongebied
B_m	–	Bodemfactor van het middengebied
B_o	–	Bodemfactor van het ontvangergebied
C_{meteo}	dB	Meteocorrectieterm
D	m	Rotordiameter
d	m	Diameter cilinder
$D_{b,br}$	dB	Bodemverzwakking in het brongebied
$D_{b,mid}$	dB	Bodemverzwakking in het middengebied
$D_{b,ont}$	dB	Bodemverzwakking in het ontvangergebied
D_{bodem}	dB	Demping ten gevolge van de bodem
D_{geo}	dB	Afname van het geluidniveau door geometrische uitbreiding
D_{lucht}	dB	Afname van het geluidniveau door absorptie in lucht
D_{max}	dB	Maximale type-afhankelijke dempingswaarden
D_{refl}	dB	Afname door reflectie tegen obstakels (deze term is negatief)
D_{scherm}	dB	Afname ten gevolge van afscherming door obstakels
$D_{terrein}$	dB	Afname door demping t.g.v. installaties op het industrieterrein
D_{veg}	dB	Afname vanwege geluidverstrooiing aan en absorptie door vegetatie
f	Hz	Frequentie
H	m	Verticale afstand tussen het maaiveld en het middelpunt van de rotor
h_b	m	Bronhoogte = H
h_e	m	Effectieve schermhoogte
h_m	m	Hoogte van meetpunt ten opzichte van plaatselijk maaiveld
h_{ma}	m	Hoogte maaiveld ten opzichte van referentievlak
h_o	m	Beoordelingshoogte ten opzichte van plaatselijk maaiveld
h_{sr}	m	Hoogte van het scherm ten opzichte van referentievlak
i	–	1,2...9 (oktaafband 31,5 Hz, 63 Hz ... 8.000 Hz)
j	–	Integer windsnelheden op ashoogte, gelegen tussen v_{ci} en v_{co}
$L_{Aeq,k}$	dB(A)	Gemeten equivalente geluidniveau op meetpunt met index k
L_{eq}	dB(A)	Geluidniveau van de turbine
L_{CUM}	dB(A)	Gecumuleerd hinderequivalent geluidniveau
L_{eq}*	dB(A)	Geluidniveau van de windturbine inclusief stoorgeluid
L_{stoor}	dB(A)	Stoorgeluid bij uitgeschakelde turbine (achtergrondgeluid)
L_E	dB(A)	Jaargemiddeld geluidvermogen in octaafband *i* per beoordelingsperiode
$L_{W,i,j}$	dB(A)	Bronsterkte per octaafband *i* en per windsnelheidsklasse *j*
L^*_{xx}	dB(A)	Hinderequivalente geluidbelasting, xx=LL (luchtvaart), RL (railverkeer), VL (wegverkeer), IL (industrie), WT (windturbine)
N	–	Fresnelgetal

Symbool	Eenheid	Omschrijving
p	p	Luchtdruk
p_{ref}	kPa	Referentie luchtdruk; veelal p_{ref} = 101,3 kPa
R_0	m	Horizontale afstand tussen P_k en de verticale hartlijn van de mast
R_1	m	Kortste afstand tussen meetpunt P1 en het middelpunt van de rotor
r_{bm}	m	Afstand bron tot het midden van de cilinder m
r_{br}	m	Afstand van de bron tot het reflecterend object
r_i	m	Afstand tussen het broncentrum en het immissiepunt
R_k	m	Afstand van meetpunt met index k tot het middelpunt van de rotor
r_{or}	m	Afstand van het immissiepunt tot het reflecterend object
r_t	m	Deel van de gekromde geluidstraal, dat door de “open” installaties gaat
T	T	Luchttemperatuur
$t(_{fi})$	dB/m	Factor voor de geluidverzwakking door industrieterreinen
T_{ref}	K	Referentie luchttemperatuur; veelal T_{ref} = 288 K
U_j	%	Frequentie van voorkomen van windsnelheid j op ashoogte per periode
V_A	m/s	Windsnelheid op 5–10 meter hoogte boven het maaiveld
V_{ci}	m/s	Laagste windsnelheid waarbij de turbine in bedrijf is
V_{co}	m/s	Hoogste windsnelheid waarbij de turbine in bedrijf is
V_D	m/s	Windsnelheid, afgeleid van de power curve
V_H	m/s	Gecorrigeerde windsnelheid op ashoogte
V_{rated}	m/s	Windsnelheid, waarbij de turbine juist het nominale vermogen levert
α_k	°	Hoek tussen windrichting/rotoras en de lijn tussen bron en ontvanger
β	°	Hoek tussen het noorden en de verbindingslijn tussen bron en ontvanger
ΔD	dB	Tophoekcorrectie
ε_h	m	Horizontale omweg om scherm
ε_v	m	Verticale omweg om scherm
ρ	–	Reflectiecoëfficiënt
Ψ	°	Supplement van de hoek tussen de lijnen B-m en l-m

EE

Voor bijlage V wordt een bijlage ingevoegd, luidende:

BIJLAGE IVJ BIJ ARTIKEL 3.29 VAN DEZE REGELING (MAATREGELPUNTEN EN GELUIDBEPERKENDE MAATREGELEN RIJKSINFRASTRUCTUUR)

In deze bijlage wordt verstaan onder D: de lengte van het deel van de loodlijn vanuit een geluidgevoelig gebouw naar een weg, respectievelijk een spoorweg, dat eindigt op de dichtstbijzijnde rand van de wegdekverharding, respectievelijk de dichtstbijzijnde spoorstaaf.

Tabel 1 Bronmaatregelen, randvoorwaarden en maatregelpunten

Omschrijving bron-maatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten
Weg		

Omschrijving bron-maatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten
2-laags zeer open asfaltbeton	– Voldoende verkeersintensiteit. – Geen wringend of remmend verkeer – Snelheid meer dan 70 km/u.	22 per 10 m^2
Dunne deklaag	– Niet op kruisingen met afslaand verkeer, rotondes of verkeerspleinen	9 per 10 m^2
Spoorweg		
Raildemper	– Niet tegen wissels of voegen – Bij houten dwarsliggers als instemming is verkregen van de beheerder – De afstand waarover raildempers worden aangelegd is ten minste 50 m per spoor – Onverminderd het derde gedachtestreepje is de afstand per spoor waarover raildempers worden aangelegd ten minste twee maal D, berekend vanuit het in het geluidgevoelige cluster, bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, waarvoor de raildempers worden overwogen, gelegen geluidgevoelige gebouw dat het dichtst bij een spoorstaaf ligt. Van deze eis kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken	29 per m enkel spoor

Tabel 2 Overdrachtsmaatregelen, randvoorwaarden en maatregelpunten

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
Weg			
Geluidscherm		Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m	53
		2 m	93
		3 m	133
		4 m	173
		5 m	212
		6 m	251
		7 m	289
		8 m	327
		elke m hoogte boven 8 m	44
Geluidwal	– Ruimtebeslag – Grondgesteldheid	Gelijk aan het aantal maatregelpunten van een geluidscherm	
Middenbermscherm		Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m	64
		2 m	112
		3 m	160
		4 m	207
		5 m	254
		6 m	301
		7 m	347
		8 m	392
Schermtop (T-top)	– Op bestaand scherm passend – Passend in het profiel	Per strekkende meter:	44
Spoorweg			
Geluidscherm met uitzondering van een geluidscherm bij een spoorweg dat is gelegen op een kortere afstand dan 2,5 m uit het hart van het spoor (minischerm)		Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m	83
		1,5 m	87
		2 m	92
		3 m	122
		4 m	148
		5 m	173
		6 m	198
		7 m	223
		8 m	248
		elke m hoogte boven 8 m	25
Geluidwal	– Ruimtebeslag. – Grondgesteldheid	Gelijk aan het aantal maatregelpunten van een geluidscherm	
Scherm tussen sporen met uitzondering van een geluidscherm bij een spoorweg dat is gelegen op een	– Niet bij wissels	Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m	83

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
kortere afstand dan 2,5 m uit het hart van het spoor (minischerm)		1,5 m 2 m 3 m 4 m 5 m	87 92 122 148 173

Tabel 3 Maatregelen zonder maatregelpunten

Aanpassen en vervangen van een spoorbrug

FF

Het opschrift van bijlage XXIV wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE XXIV BIJ DE ARTIKELEN 6.6, DERDE LID, EN 8.22, DERDE LID, VAN DEZE REGELING (~~REKEN~~MEET- EN ~~MEETMETHODE~~REKENMETHODE GELUID BINNENSCHIETBANEN)

GG

Binnen bijlage XXIV wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

Metingen

Ter hoogte van de gevel van gevoelige gebouwen of in in- en aanpandige gevoelige gebouwen worden de L_{AE} en L_{Amax} niveaus gemeten van de vier representatieve wapens.

Vanwege het kortdurende karakter van het schietgeluid en mogelijke variaties in de niveaus van achtereenvolgende schoten, moeten per positie ten minste 5 schoten van elk representatief wapentype worden gemeten. Als voor de L_{AE} waarden de standaarddeviatie van het energetisch gemiddelde (standaarddeviatie van de gemeten geluidniveaus gedeeld door √(N-1)) meer dan 1 dB bedraagt, dan moet het aantal schoten worden vergroot totdat de standaarddeviatie minder dan 1 dB bedraagt.

Voor de beoordeling is het invallende geluidniveau relevant. Als het meetpunt direct vóór een gevel is gesitueerd moet, om het invallende geluidniveau te bepalen, de gevelcorrectieterm C_g worden toegepast zoals deze is gedefinieerd in ~~de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh.
Metingen moeten worden uitgevoerd voor schietposities op het midden van baan en voor alle schietposities die ten opzichte van de kogelvanger relevant zijn. Het is mogelijk dat als gevolg van een akoestisch lek door de ventilatievoorziening de gemeten geluidniveaus hoger zijn als de schutter zich dichterbij de kogelvanger bevindt.
Voor het vaststellen van langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus $L_{Ar,LT}$ worden de gemeten geluidexpositieniveaus per meetlocatie en per schietlocatie energetisch gemiddeld. Als voor een bepaalde beoordelingslocatie voor verschillende schietposities metingen zijn uitgevoerd, dan worden, voor de bepaling van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$, alleen die meetresultaten gebruikt van de schietpositie waar het hoogste gemiddelde geluidexpositieniveau is gemeten.

Ook moet per meetlocatie in een zo rustig mogelijke periode gedurende ten minste een minuut het L_{Aeq} niveau van het achtergrondgeluid worden bepaald.
Het meten van schietgeluid vraagt een aparte deskundigheid waarbij bijzondere aandacht moet worden geschonken aan het dynamisch bereik van het meetsysteem, invloeden van het achtergrondgeluidniveau en de meteorologie op het overdrachtpad van de schietbaan naar een geluidgevoelige bestemming. Voor de windrichting zijn de voorschriften uit de paragraaf ~~3.5.5~~2.2.2 van ~~de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh van toepassing. Als de afstand vanaf de schietbaan tot een meetlocatie minder dan 50 m is, dan hoeft er niet onder meteo-raamcondities te worden gemeten. De windsnelheid op 10 m hoogte moet in alle gevallen beneden de 5 m/s zijn.

HH

Binnen bijlage XXIV wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

Apparatuur

De metingen moeten worden uitgevoerd met een 'type 1'- geluidniveaumeter zoals dit gedefinieerd is in NEN-EN-IEC 61672-1. Daarnaast is het aan te bevelen dat de geluidmeter voldoet aan de aanvullende voorwaarden voor het meten van impulsgeluid. Deze aanvullende voorwaarden zijn ook in deze norm gedefinieerd. In sommige oudere geluidmeters wordt het geluidexpositieniveau vastgesteld door een integratie van een beperkt aantal samples van het breedbandige instantane geluidniveau. Voor dit type geluidniveaumeters moet het sampling interval kleiner of gelijk zijn aan 100 µs.

II

Na bijlage XXIV wordt een bijlage ingevoegd, luidende:

BIJLAGE_XXV

[Vervallen]

JJ

Bijlage XXVI wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE XXVI ~~BIJ DE ARTIKELEN 6.8, TWEEDE LID, EN 8.25, DERDE LID, VAN DEZE REGELING (REKENMETHODE CUMULATIE GELUID)~~

[Vervallen]

~~Het geluid van de bronsoorten spoorwegverkeer, luchtvaart, industrie, wegverkeer en windturbines wordt eerst omgerekend naar een geluidbelasting door wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt volgens:~~

~~$L^*_{RL} = 0{,}95\ L_{RL} - 1{,}40$~~
~~$L^*_{LL} = 0{,}98\ L_{LL} + 7{,}03$~~
~~$L^*_{IL} = 1{,}00\ L_{IL} + 1{,}00$~~
~~$L^*_{VL} = 1{,}00\ L_{VL} + 0{,}00$~~
~~$L^*_{WT} = 1{,}65\ L_{wt} - 20{,}05$~~

~~waarin:~~
- ~~L_{RL}, L_{LL}, en L_{WT} is uitgedrukt in L_{den};~~
- ~~L_{VL} is uitgedrukt in L_{den} zonder de in artikel 110g van de Wet geluidhinder bedoelde aftrek; en~~
- ~~het geluid van industrielawaai is uitgedrukt in L_{etmaal}.~~

~~Als het geluid van alle betrokken geluidbronnen is omgerekend in L*-waarden, dan wordt de gecumuleerde waarde Lcum berekend met energetische sommatie. De rekenregel hiervoor is:~~

~~$$L_{CUM} = 10lg\left(\sum_{n=1}^{N} 10^{L^*_a/10}\right)$$~~

~~waarbij gesommeerd wordt over alle N betrokken bronnen en de index n kan staan voor RL, LL, IL, WT en VL.~~

KK

Binnen bijlage XXVII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

2.7. Buitenschietbanen

Op verschillende soorten banen wordt geschoten of andersoortig knalgeluid gemaakt. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven met voorbeelden van baantypen die in Nederland voorkomen en die in het kader van deze rekenmethode relevant zijn. Voor het vaststellen van de geluidbelasting vragen de verschillende baantypen om een andere aanpak.

Vrije schietbanen

Dit zijn schietbanen, meestal voorzien van een kogelvanger, en mogelijk een overkapping boven de standplaats van de schutters, maar zonder voorzieningen ter beperking van de omvang van de onveilige zone zoals poorten, kokers, schermen, en dergelijke.

De vrije schietbanen zijn onder te verdelen in:
- vrije geweerbanen;
- vrije mitrailleurbanen en vrije pistoolbanen.

De lengte van een vrije geweerbaan is doorgaans 300 m; het aantal schietpunten varieert.

In principe bestaat tussen de uitvoering van een vrije mitrailleurbaan en die van een vrije pistoolbaan geen verschil. Een vrije pistoolbaan heeft een lengte van 25m; het aantal schietpunten bedraagt doorgaans vijf tot tien.

Schietkampen

Een schietkamp bestaat uit een of meer schietbanen of schietpunten. De doelafstanden zijn hierbij groter dan bij vrije schietbanen. Deze terreinen beslaan meerdere vierkante kilometers. Afhankelijk van de baan wordt met diverse wapentypen geschoten variërend van lichte handvuurwapens tot 155 mm Houwitsers.

Poortbanen

Dit zijn schietbanen waarbij met poorten en kogelvangers wordt voorkomen dat – bij normaal gebruik – een direct schot de baan kan verlaten, waardoor een zekere mate van veiligheid wordt verkregen en met een beperkte onveilige zone kan worden volstaan. De poortbanen zijn onder te verdelen in geweerpoortbanen en pistoolpoortbanen.

Een geweerpoortbaan heeft bijvoorbeeld een lengte van 100 m, 200 m of 300 m. Een pistoolpoortbaan is 20 m of 25 m lang. Het aantal schietpunten op de banen is meestal zes. Bij pistoolpoortbanen maakt de eerste poort deel uit van een schiethuisje waarin de schutters zich bevinden.

Het geluiduitstralingspatroon van een poortbaan is, door de vele reflecties die mogelijk zijn, zeer complex. Voor de berekening van de geluidbelasting wordt in de rekenmethode deze baan door een puntbron gemodelleerd. Deze beschrijving is pas geldig op enige afstand van deze baan. In paragraaf 4.5.1 wordt hier nader op ingegaan.

Schermenbanen

Dit zijn schietbanen waarbij met schermen, zijwallen of zijwanden en een overkapping boven de kogelvanger wordt voorkomen dat – bij normaal gebruik van de baan – een direct schot of een ricochet de baan kan verlaten, waardoor geen onveilige zone in acht genomen hoeft te worden. De schermenbanen zijn onder te verdelen in schermenbanen voor geweer en schermenbanen voor pistool.

Een schermenbaan voor geweer heeft een lengte van bijvoorbeeld 100 m, 200 m of 300 m. Een schermenbaan voor pistool is 25 m lang. Er zijn op schermenbanen meestal zes schietpunten. Het schuttersgedeelte van de baan is meestal overkapt. Ook zijn er voorbeelden waarbij de schutter, gelegen op een brits, vanuit een omsloten ruimte door een klein venster schiet. Een 100 m baan kan ook voor het schieten met ~~vuist-vuurwapens~~vuistvuurwapens worden gebruikt. De schutter gaat hiertoe naar voren op een afstand van 25 m of minder van de kogelvanger. Deze schietpositie is meestal niet overkapt.

De schermen zijn van beton en bekleed met hout. Akoestisch kunnen deze schermen de geluiduitstraling naar de omgeving sterk beïnvloeden. Naast een geluidreducerende invloed kunnen ze in bepaalde richtingen ook een geluidversterkende invloed hebben door reflectie van het geluid tegen deze schermen. Op schermenbanen waar voldoende aanvullende akoestische maatregelen zijn getroffen, zal buiten de baan alleen kogelgeluid een rol van betekenis spelen.

Het geluiduitstralingspatroon van een schermenbaan is, door de vele reflecties die mogelijk zijn, zeer complex. Voor de berekening van de geluidbelasting wordt in de rekenmethode de schermenbaan gemodelleerd door één of meer puntbronnen. Deze beschrijving is pas geldig op enige afstand van de schermenbaan. In paragraaf 4.5.1 wordt hierop nader op ingegaan.

Poortkokerbanen

Dit zijn schietbanen waarbij met een poort en een koker wordt voorkomen dat – bij normaal gebruik van de baan – een direct schot of een ricochet de baan kan verlaten, waardoor geen onveilige zone in acht genomen hoeft te worden.

Een poortkokerbaan heeft meestal een lengte van 25 m. Het aantal schietpunten bedraagt doorgaans vijf of zes. De schietposities bevinden zich net buiten het gebouw (aan de open zijde) of voor kortere doelafstanden in het gebouw (de kokers zijn groot genoeg om in te staan). De bodem van de schietposities net buiten het gebouw is verlaagd uitgevoerd. Het gebouw is voorzien van een sheddak dat aan dezelfde kant als waar de opening van het gebouw ligt kleine ramen heeft.

Ook een poortkokerbaan wordt in de rekenmethode gemodelleerd door een puntbron. De geluiduitstraling is sterk richtingsafhankelijk. Met name naar achteren toe straalt een poortkokerbaan het meeste geluid uit. Door de afschermende werking van wanden en plafond is de geluiduitstraling lager naarmate het schietpunt dieper in het gebouw ligt.

Kokerbanen

Dit zijn schietbanen waarbij met een koker wordt voorkomen dat – bij normaal gebruik van de baan – een direct schot of een ricochet de baan kan verlaten, waardoor geen onveilige zone in acht genomen hoeft te worden.

Een kokerbaan heeft alleen één open zijde achter de standplaats van de schutters. Een kokerbaan heeft doorgaans een lengte van 25 m. De schietposities bevinden zich bij de open zijde of (voor kortere doelafstanden) in het gebouw. Op een afstand van circa 2 m van de kogelbaan is meestal aan beide kanten een verbreding van circa 0,55 m in de koker aangebracht waarin zich een (niet aanschietbare) deur bevindt. De bodem van de schietposities net buiten het gebouw is meestal verlaagd uitgevoerd. Het gebouw is voorzien van een sheddak dat aan dezelfde kant als waar de opening van het gebouw ligt kleine ramen heeft.

Ook een kokerbaan wordt in de rekenmethode gemodelleerd door een puntbron. De geluiduitstraling is sterk richtingsafhankelijk. Met name naar achteren toe straalt een kokerbaan het meeste geluid uit. Door de afschermende werking van wanden en plafond neemt het bronniveau af als het schietpunt zich meer in het gebouw bevindt.

Handgranatenbanen

Dit zijn banen waar met scherpe handgranaten kan worden geworpen. Een handgranatenbaan bestaat uit een schuilplaats voor de oefenende eenheid, een munitie opslag- en verstrekkingspunt, een werppunt, een waarnemingspunt voor de officier belast met de leiding en een dekkingswal. Voorts behoort tot de baan een geëgaliseerde terreinstrook, breed ten minste 50 m en diep ten minste 75 m, waar de geworpen granaat terecht moet komen.

Miniatuurschietbanen

Dit zijn schietbanen waarbij geschoten wordt met geweren, kaliber .22 inch, bevestigd in of aan boordkanonnen van voertuigen. Een miniatuurschietbaan bestaat meestal uit een verhard opstelplateau voor de voertuigen, een doelengebied van relatief grote omvang, doorgaans aangeduid als 'zandbak', en een kogelvanger, al dan niet voorzien van een overkapping.

Banen met schietbomen

Op deze banen wordt er vanaf een vaste standplaats op een schietboom geschoten waarop een doel is aangebracht. Er wordt geschoten met geweren, lucht- of CO_2-wapens of kruis- of handbogen. Behalve bij de kruis- en handbogen wordt gebruik gemaakt van een oplegsteun voor het wapen. In enkele gevallen is er ook een kogelvanger aanwezig.

Afhankelijk van het type doel wordt het aangeduid als Oud Limburgs schieten, Brabants schieten of Gelders schieten. Bij Oud Limburgs schieten wordt de hark of de vogel als doel gebruikt. De hark is een houten raamwerk waarop een groot aantal blokjes hout is bevestigd. De vogel is een blok hout in de vorm van een vogel. Bij Brabants schieten wordt op de wip (een stalen schijfje) of op de gaai (vogel) geschoten. Bij Gelders schieten wordt geschoten op de vogel, de schijf of de lepel. Bij het schieten op de schijf wordt een papieren roos gebruikt. Bij het lepelschieten bestaat het doel uit een aantal lepels die kunnen scharnieren en die na een treffer weer overeind gehaald kunnen worden.

Miniatuur kanonbanen

Dit zijn schietbanen waar met miniatuur kanonnen wordt geschoten onder een zeer kleine elevatie (5 graden) op doelen op een afstand van 25 tot 50 m.

Kleiduivenschietbanen

Op kleiduivenschietbanen wordt geschoten met hageljachtgeweren. Het doel is een kleiduif (schijf gebakken klei) die met een hand- of mechanisch gedreven kleiduiven-werpmachine wordt weggeworpen over een afstand van maximaal 80 m.

Kleiduivenschietbanen kunnen in verschillende variaties voorkomen:
- Op een skeetbaan werpen twee tegenover elkaar staande machines, die zijn opgesteld in een hoge en een lage toren, de kleiduiven elk in een bepaalde richting. De schutter moet voortdurend langs een halve cirkel, met de twee werpmachines op de hoekpunten, van standplaats wisselen. Er zijn acht verschillende standplaatsen;
- Bij een trapbaan staat de werpmachine op een vaste plaats opgesteld en zijn er meestal tien standplaatsen voor de schutter. De afstand van de schietpunten tot de werpmachine is 10 tot 15 m;
- Bij een enkelvoudige oefenbaan is er alleen één vaste standplaats voor de schutter. De werpmachine is verplaatsbaar;

- Bij een hazenbaan wordt meestal geschoten op een metalen schijf in de vorm van een haas waarop een kleiduif is aangebracht. De haas wordt voortbewogen langs draden of op rails met een snelheid van ongeveer 5 m/s. De schutter staat op 15, 20 of 25 m afstand van het doel.

LL

Binnen bijlage XXVII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

5.1. Schietbaan

Over het gebruik van de schietbaan moeten de volgende gegevens worden vermeld:
- aantal dagen (07.00 – 19.00 uur), avonden (19.00 – 23.00 uur) en nachten (23.00 – ~~7.00~~07.00 uur) per jaar dat de schietbanen in gebruik zijn;
- mogelijke beperkingen die gesteld zijn aan het gebruik van de schietbaan;
- schietbaantype (zie § 2.7);
- akoestische voorzieningen;
- lengte van de schietbanen;
- locatie van de schietposities;
- locatie van de doelposities;
- specificatie van de wapentypes en de munitie (met bijbehorende aandrijvende lading) waarmee geschoten wordt;
- hoogte van het bronpunt van elk wapentype boven het plaatselijk maaiveld;
- aantal schoten per jaar, uitgesplitst naar:
  - beoordelingsperiode (dag: 07.00 – 19.00 uur, avond: 19.00 – 23.00 uur, nacht: 23.00 – ~~7.00~~07.00 uur), alleen voor de dagperiode wordt dit uitgesplitst naar zon- en feestdagen en overige dagen;
  - schietbaan;
  - schietpositie;
  - doelpositie;
  - wapen-munitiecombinatie;
- verdeling van de schoten naar de stand waaruit geschoten wordt (liggend of staand).

MM

Binnen bijlage XXVIII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

Toepassingsgebied

De in deze bijlage beschreven methode kan worden toegepast voor de berekening van de geluidbelasting van civiele buitenschietbanen voor de volgende situaties:
- Het baantype valt onder de volgende categorieën:
  - Kleiduivenschietbanen waar alleen met hagelgeweren wordt geschoten; of
  - Schermenschietbanen die ten hoogste 100 m lang zijn en geheel door wallen of muren zijn omsloten, met daarboven veiligheidsschermen zodat er geen onveilig gebied buiten de baan bestaat;
- De bronsterkte is bepaald volgens de Toelichting op toepassen van methoden voor meten en rekenen aan schietgeluid. Voor kleiduivenschietbanen is dit de vrije veld bronsterkte, bij schermenbanen is dit de bronsterkte van de combinatie van baan, wapen en munitie;
- De baan wordt niet in de nachtperiode (23:00-07:00 uur) gebruikt;
- De afstand tussen de bronpunten en de punten waarop de geluidbelasting wordt berekend is niet groter dan 1,5 km; en
- Het schietgeluid komt niet via grote (> 200 m) akoestisch harde bodemvlakken (bijvoorbeeld wateroppervlakken) vanaf de bron bij het rekenpunt terecht.

Voor bovenstaand toepassingsgebied kan, naast de rekenmethode voor schietgeluid uit bijlage XXVII, ook een eenvoudige berekeningsmethode worden toegepast om de geluidbelasting te bepalen. Hierbij wordt het overdrachtsmodel (methode II.8) ~~van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~uit bijlage IVh gebruikt, maar dan wel met enkele aanpassingen. Deze eenvoudige berekeningsmethode wordt in deze bijlage beschreven. In andere gevallen wordt de rekenmethode uit bijlage XXVII toegepast.

NN

Binnen bijlage XXVIII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

Principe van de rekenmethode

In deze bijlage worden zoveel mogelijk dezelfde symbolen gebruikt zoals die ook in bijlage XXVII zijn gedefinieerd om een onderlinge vergelijking tussen de twee rekenmethoden beter mogelijk te maken.
Het uitgangspunt voor deze eenvoudige rekenmethode is de onderstaande relatie:

$$\begin{array}{rcll} L_E(b,f_k) & = & L_{Eb}(b,f_k) & - \quad \Sigma D(f_k) \\ immissieniveau & = & bronniveau & - \quad dempingstermen \end{array} \tag{1}$$

Per rekenpunt wordt per bron (index *b*) en per octaafband (f_k) de geluidimmissie (L_E) volgens deze relatie bepaald. In tegenstelling tot de rekensystematiek in bijlage XXVII wordt het immissieniveau niet voor 27 meteorologische klassen berekend, maar voor één meewindsituatie zoals dat in de ~~Handleiding meten en rekenen industrielawaai~~bijlage IVh is gedefinieerd. De dempingstermen (D) zijn beschreven in ~~die handleiding~~methode II.8 in bijlage IVh. Hierbij worden echter de demping door vegetatie D_{veg}, door terrein $D_{terrein}$ of D_{huis} niet toegepast. Het bronniveau (L_{Eb}) wordt bepaald volgens de Toelichting op toepassen van methoden voor meten en rekenen aan schietgeluid.

Op dit berekende immissieniveau (geldig voor een meewindsituatie) wordt een procedurele meteocorrectieterm toegepast (paragraaf 8.1 van module C - methode II van [2]) om per bron een meteogemiddeld immissieniveau te bepalen.

$$\overline{L_E(b,f_k)} = L_E(b,f_k) - C_m \tag{2}$$

Vervolgens wordt van dit meteogemiddelde niveau de A-gewogen ($L_{AE}(b)$) en C-gewogen waarde ($L_{CE}(b)$) bepaald. Beide zijn nodig om de toeslag voor laagfrequente componenten in schietgeluid P_{lf} te kunnen bepalen. Samen met de impulstoeslag P_{imp} kan dan de meteogemiddelde deelbijdrage aan de geluidbelasting ($L_{Es}(b)$) worden berekend volgens de formule:

$$\overline{L_{Es}(b)} = \overline{L_{AE}(b)} + P_{imp} + P_{lf}(b) \tag{3}$$

De impulstoeslag P_{imp} en de toeslag voor laagfrequente componenten in schietgeluid P_{lf} zijn gedefinieerd in [3].
De geluidbelasting voor de dag en de avondperiode wordt voor bron b bepaald volgens de formules:

$$B_{s,dag}(b) = \overline{L_{Es}(b)} + 10lg\left(\frac{N_{dag}(b) + 2 \times N_{zondag,dag}(b)}{365}\right) - 10\,lg(12 \times 3600) + 3\,dB \tag{4}$$

$$B_{s,avond}(b) = \overline{L_{Es}(b)} + 10lg\left(\frac{N_{avond}(b)}{365}\right) - 10\,lg(4 \times 3600) + 4\,dB + 5\,dB \tag{5}$$

Er wordt een extra toeslag van 3 dB toegepast voor de dagperiode en 4 dB voor de avondperiode. Voor de avondperiode is deze groter, omdat de niveaus in de avondperiode gemiddeld hoger zijn dan overdag als gevolg van onder andere temperatuursinversie. In $B_{s,avond}$ is de toeslag van 5 dB voor de avondperiode al verwerkt. $N_{periode}$ is in bovenstaande formules het totaal aantal schoten dat in een periode (dag of avond) in een jaar wordt verschoten.

De totale geluidbelasting voor een bepaalde beoordelingsperiode wordt bepaald volgens de formule:

$$B_{s,periode} = 10\,lg\left(\sum_{b} 10^{B_{s,periode}(b)/10}\right) \quad (6)$$

Als op de schietbaan op minder dan 30 dagen of avonden wordt geschoten, dient op respectievelijk de $B_{s,dag}$ en $B_{s,avond}$ een correctie te worden toegepast. Deze correctie staat in bijlage XXVII beschreven.

De dag-avond-nachtwaarde $B_{s,dan}$ wordt bepaald door de geluidbelastingswaarden van de beoordelingsperioden bij elkaar op te tellen, waarbij rekening wordt gehouden met de duur van de verschillende perioden. Hierbij is ervan uitgegaan dat er in de nachtperiode niet wordt geschoten.

$$B_{s,dan} = 10lg\left\{\frac{12}{24}10^{B_{s,dag}/10} + \frac{4}{24}10^{B_{s,avond}/10}\right\} \quad (7)$$

Als alleen in de dagperiode wordt geschoten geldt: $B_{s,dan} = B_{s,dag} - 3$ dB.

OO

Het opschrift van bijlage XXXIII wordt op de aangegeven wijze gewijzigd:

BIJLAGE XXXIII BIJ ARTIKEL 12.71b, ONDER A EN B, VAN DEZE REGELING (~~REKEN~~MEET- EN ~~MEETMETHODE~~REKENMETHODE GELUIDBELASTING)

PP

Binnen bijlage XXXIII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

2.3.1 Bronbeschijving

Indeling van voertuigen

Definitie van voertuig en trein

Ten behoeve van deze berekeningsmethode voor geluidsbelasting wordt een voertuig gedefinieerd als een afzonderlijk deel van een trein (doorgaans een locomotief, zelf-aangedreven rijtuig, getrokken rijtuig of goederenwagon) dat onafhankelijk kan worden verplaatst en van de rest van de trein kan worden losgemaakt. Sommige specifieke omstandigheden kunnen optreden voor delen van een trein die deel uitmaken van een niet-afkoppelbare set, bijvoorbeeld die samen één draaistel delen. Ten behoeve van deze berekeningsmethode worden al deze delen in één voertuig samengebracht. Ten behoeve van deze berekeningsmethode bestaat een trein uit een reeks gekoppelde voertuigen.

Tabel 2.3.a1 definieert een gemeenschappelijke taal voor de beschrijving van de voertuigtypen die in de brondatabank zijn opgenomen. Zij geeft de relevante descriptoren die moeten worden gebruikt om de voertuigen in hun geheel te classificeren. Deze descriptoren stemmen overeen met de eigenschappen van het voertuig die invloed hebben op het akoestische richtingsafhankelijk geluidsvermogen per meter lengte van de equivalente gemodelleerde bronlijn.

Het aantal voertuigen per type wordt vastgesteld op elk van de baanvakken voor elk van de tijdsperioden die in de berekening van geluidsbelasting worden gebruikt. Het wordt uitgedrukt als een gemiddeld aantal voertuigen per uur, dat wordt verkregen door het totaal aantal voertuigen in een bepaalde periode te delen door de duur van deze periode in uren (bijvoorbeeld 24 voertuigen in vier uur betekent 6 voertuigen per uur). Alle voertuigtypen die op elk baanvak rijden, worden gebruikt.

Tabel 2.3.a1 Indeling en descriptoren voor spoorvoertuigen

Cijfer	**1**	**2**	**3**	**4**
Descriptor	**Voertuigtype**	**Aantal assen per voertuig**	**Type rem**	**Wielmaatregel**
Verklaring van de descriptor	**Een letter die het type beschrijft**	**Het werkelijk aantal assen**	**Een letter die het type rem beschrijft**	**Een letter die het type lawaaiverminderings maatregel beschrijft**
Mogelijke descriptoren	**h** hogesnelheidsvoertuig (> 200 km/h)	1	**c** gietijzeren blok	**n** geen maatregel
	m zelf-aangedreven reizigersrijtuigen	2	**k** blok van composiet metaal of sintermetaal	**d** dempers
	p getrokken reizigersrijtuigen	3	**n** niet op het loopvlak remmend, zoals schijf, trommel, magnetisch	**s** schermen
	c stadstram of lichte metro zelf-aangedreven en niet-zelf-aangedreven rijtuig	4		**o** overige
	d diesellocomotief	enz		
	e elektrische locomotief			
	a algemeen vrachtvoertuig			
	o andere (dat wil zeggen onderhoudsvoertuigen enz.)			

In Nederland worden als voertuigtypen de voertuigcategorieën toegepast uit bijlage IV, paragraaf 1.2.1, van het Reken- en ~~Meetvoorschrift~~Meetvoorschrift geluid 2012, waarbij de descriptoren horen zoals aangegeven in tabel 2.3.a2.

Tabel 2.3.a2 Descriptoren van voertuigcategorieën

Cat 1	m4cn
Cat 2	m4cn, p4cn, m4nn, p4nn
Cat 3	m4nn, p4nn, m4kn, p4kn
Cat 4	a4cn
Cat 5	d4cn
Cat 6	d4nn
Cat 7	c6nn
Cat 8	m3nn, p3nn
Cat 9	h3nn, h3kn, h3cn
Cat 10	c3nn
Cat 11	a4kn

Classificatie van railtypen

De bestaande railtypen kunnen verschillen, omdat verscheidene elementen bijdragen aan hun akoestische eigenschappen en deze karakteriseren. De railtypen die in deze methode worden gebruikt, staan vermeld in onderstaande tabel 2.3.b. Sommige elementen hebben een grote invloed op de akoestische eigenschappen, terwijl andere slechts een bijkomend effect hebben. In het algemeen zijn de meest relevante elementen die de emissie van het spoorweglawaai beïnvloeden: ruwheid van de railkop, stijfheid van de onderlegplaatjes, spoorbed, voegen en boogstraal. Als alternatief

kunnen de algemene eigenschappen van het spoor worden gedefinieerd en in dit geval zijn de ruwheid van de railkop en de mate van afstandsdemping volgens ISO 3095 de meest essentiële akoestische parameters, plus de boogstraal.
Een baanvak wordt gedefinieerd als een deel van een enkel spoor, op een spoorlijn, station of depot, waarop de fysieke kenmerken en basiscomponenten van het spoor niet veranderen.

Tabel 2.3.b1 definieert een gemeenschappelijke taal voor de beschrijving van de railtypen die in de brondatabank zijn opgenomen.

Tabel 2.3.b1 Descriptoren voor railtypen

Cijfer	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Descriptor	**Spoorbed**	**Ruwheid van de railkop**	**Type onderlegplaat**	**Aanvullende maatregelen**	**Voegen**	**Boogstraal**
Verklaring van de descriptor	**Type spoorbed**	**Indicator voor ruwheid**	**Geeft een indicatie van de 'akoestische' stijfheid weer**	**Een letter die de akoestische inrichting beschrijft**	**Aanwezigheid van voegen en onderlinge afstand**	**Geeft de boogstraal aan in m**
Toegestane codes	**B** Ballast	**E** Goed onderhouden en zeer glad	**S** Zacht (150–250 MN/m)	**N** Geen	**N** Geen	**N** Recht spoor
	S Betonplaten spoor	**M** Normaal onderhouden	**M** Gemiddeld (250 tot 800 MN/m)	**D** Raildemper	**S** Enkele voeg of wissel	**L** Laag (1000-500 m)
	L Brug volgestort met ballast	**N** Niet goed onderhouden	**H** Stijf (800–1.000 MN/m)	**B** Minischerm	**D** Twee voegen of wissels per 100 m	**M** Gemiddeld (minder dan 500 m en meer dan 300 m)
	N Brug zonder ballast	**B** Niet onderhouden en slechte conditie		**A** Absorberende plaat op betonplaten- spoor	**M** Meer dan twee voegen of wissels per 100 m	**H** Hoog (minder dan 300 m)
	T Ingegoten spoor			**E** Ingegoten spoorstaaf		
	O Overige			**O** Overige		

In Nederland worden als railtypen de bovenbouwconstructies toegepast uit bijlage IV, paragraaf 3.2, van het Reken- en ~~Meetvoorschrift~~Meetvoorschrift geluid 2012, waarbij de descriptoren horen zoals aangegeven in tabel 2.3.b2:

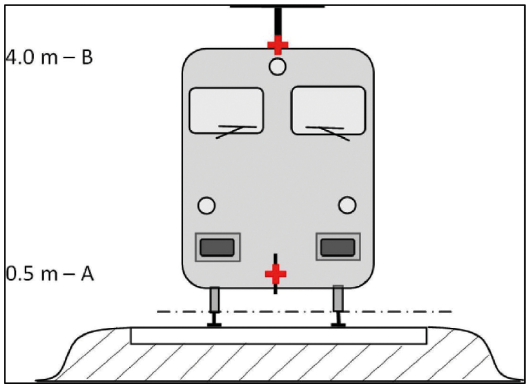
Tabel 2.3.b2 Meest voorkomende descriptorcombinaties per bovenbouwtypen voor doorgaand spoor

bb=1	BMHNNN
bb=2	BMHNNN
bb=3	BMHNSN, BMHNDN
bb=4	SMHNNN
bb=5	BMHNNN
bb=6	SMMNNN/NMMNNN
bb=7	BMMNNN
bb=8	TM_ENN
bb=9	SMHNNN
bb=10	BMHDNN
bb=11	OMHNNN
bb=12	OMHDNN

Tabel 2.3.b2 Meest voorkomende descriptorcombinaties per bovenbouwtypen voor wisseldelen

bb=1	BMHNDL
bb=2	BMHNDL
bb=3	BMHNDL
bb=9	SMHNDL
bb=11	OMHNDL

Aantal en plaats van de equivalente geluidsbronnen



Figuur 2.3.a, Plaats van equivalente geluidsbronnen

De verschillende equivalente geluidsbronlijnen worden op verschillende hoogten en in het midden van het spoor geplaatst. Alle hoogten worden gerekend vanaf de raaklijn van de twee bovenste oppervlakken van de twee spoorstaven.

De equivalente bronnen omvatten verschillende fysieke bronnen (index p). Deze fysieke bronnen zijn onderverdeeld in verschillende categorieën, afhankelijk van het generatiemechanisme, en omvatten: 1) rolgeluid (waaronder niet alleen trillingen van rails en spoorbedding en wielen, maar ook, waar aanwezig, geluid van de wagenbovenbouw van de vrachtvoertuigen), 2) tractiegeluid, 3) aerodynamisch geluid, 4) stootgeluid (van overgangen, wissels en knooppunten), 5) booggeluid en 6) geluid door extra effecten zoals bruggen en viaducten.

1. De wiel- en railkopruwheid genereren langs drie transmissiepaden naar de afstralende oppervlakken (spoorstaven, wielen en bovenbouw), het rolgeluid. Dit wordt toegewezen aan $h = 0{,}5$ m (afstralende oppervlakken A) om de bijdrage van het spoor weer te geven, waaronder de invloed van het oppervlak van de spoorstaven, vooral betonplatenspoor (in overeenstemming met het voortplantende deel), om de bijdrage van de wielen weer te geven, en om de bijdrage van de wagenbovenbouw van het voertuig aan het geluid weer te geven (in goederentreinen).
2. De equivalente bronhoogten voor tractiegeluid variëren tussen 0,5 m (bron A) en 4,0 m (bron B), afhankelijk van de fysieke plaatsing van de component in kwestie. Bronnen zoals tandwieloverbrengingen en elektromotoren bevinden zich vaak op een ashoogte van 0,5 m (bron A). Louvres en koeleruitlaten kunnen zich op verschillende hoogten bevinden. Motoruitlaten voor dieselvoertuigen bevinden zich vaak op een dakhoogte van 4,0 m (bron B). Andere tractiebronnen zoals ventilatoren of dieselmotorblokken kunnen zich op een hoogte van 0,5 m (bron A) of 4,0 m (bron B) bevinden. Als de exacte bronhoogte zich tussen de modelhoogten bevindt, wordt de geluidsenergie proportioneel over de dichtstbijzijnde aangrenzende bronhoogten verdeeld. Om deze reden voorziet de methode twee bronhoogten op 0,5 m (bron A) en 4,0 m (bron B) en wordt het equivalente geluidsvermogen van beide tussen de twee verdeeld, afhankelijk van de specifieke configuratie van de bronnen op het type eenheid.
3. Aerodynamische geluidseffecten houden verband met de bron op 0,5 m (mantels en schermen, bron A) en de bron op 4,0 m (alle inrichtingen op het dak en de stroomafnemer, bron B). De keuze van 4,0 m voor de effecten van de stroomafnemer staat bekend als een eenvoudig model, en moet zorgvuldig worden overwogen als het doel de keuze van een correcte hoogte voor geluidsschermen is.
4. Stootgeluid houdt verband met de bron op 0,5 m (bron A).
5. Booggeluid houdt verband met de bronnen op 0,5 m (bron A).
6. Bruggeluid houdt verband met de bron op 0,5 m (bron A).

QQ

Binnen bijlage XXXIII wordt de volgende sectie op de aangegeven wijze gewijzigd:

2.5.3 Geometrische overwegingen

Segmentatie van de bron

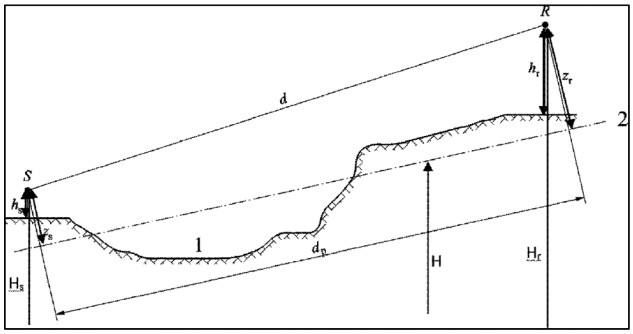
Werkelijke bronnen worden beschreven door een reeks puntbronnen of, bij ~~spoorwegverkeer~~spoorverkeer en wegverkeer, door incoherente bronlijnen. De voortplantingsmethode gaat ervan uit dat lijn- of diffuse bronnen voorafgaand zijn gesplitst om door een aantal equivalente puntbronnen te worden weergegeven. Dit kan bij voorbewerking van de brongegevens zijn opgetreden of in de pathfinder-component van de berekeningssoftware zijn ontstaan. De wijze waarop dit is gebeurd, valt buiten het toepassingsgebied van de onderhavige methode.

Voortplantingspaden

De methode werkt op een geometrisch model dat bestaat uit een reeks verbonden grond- en obstakeloppervlakken. Een verticaal voortplantingspad wordt op een of meerdere verticale vlakken ten opzichte van het horizontale vlak ingezet. Voor trajecten die reflecties op verticale vlakken omvatten die niet orthogonaal op het incidentvlak zijn, wordt daarna een ander verticaal vlak in aanmerking genomen, waaronder het weerkaatste deel van het voortplantingspad. In deze gevallen, waar meerdere verticale vlakken worden gebruikt om het gehele traject van de bron naar het waarneempunt te beschrijven, worden de verticale vlakken vervolgens afgevlakt, net als een uitvouwend Chinees kamerscherm.

Aanmerkelijke hoogten boven de grond

De equivalente hoogten worden verkregen van het gemiddelde grondvlak tussen de bron en het waarneempunt. Dit vervangt de werkelijke grond met een fictief vlak dat het gemiddelde profiel van de grond weergeeft.



Figuur 2.5.a, Equivalente hoogten in verhouding tot de grond

1: Werkelijk reliëf
2: Gemiddeld vlak

De equivalente hoogte van een punt is zijn orthogonale hoogte in verhouding tot het gemiddelde grondvlak. De equivalente bronhoogte z_s en de equivalente hoogte van het waarneempunt *zo* kan daarom worden gedefinieerd. De afstand tussen de bron en het waarneempunt geprojecteerd over het gemiddelde grondvlak wordt aangeduid met d_p.

Als de equivalente hoogte van een punt negatief wordt, dat wil zeggen als het punt zich onder het gemiddelde grondvlak bevindt, wordt een hoogte van nul aangehouden en dan is het equivalente punt identiek aan zijn eventuele spiegelpunt.

Berekening van het gemiddelde grondvlak

In het vlak van het pad kan de topografie (waaronder terrein, heuvels, spoortaluds en andere kunstmatige obstakels, gebouwen,...) aan de hand van een geordende verzameling van afzonderlijke punten (x_k, H_k); $k \in \{1,..., n\}$ worden beschreven. Deze reeks punten definieert een polylijn of, op gelijke wijze, een reeks rechtlijnige segmenten $H_k = a_k x + b_k$, $x \in [x_k, x_k+1]$; $k \in \{1, ..., n\}$, waarbij:

$$\begin{cases} a_k = {(H_{k+1} - H_k)}/{(x_{k+1} - x_k)} \\ b_k = {(H_k \cdot x_{k+1} - H_{k+1} \cdot x_k)}/{(x_{k+1} - x_k)} \end{cases} \quad (2.5.2)$$

Het gemiddelde vlak wordt weergegeven door de rechte lijn $Z = ax + b; x \in [x_1, x_n]$, die aan de polylijn is aangepast door middel van een benadering van het kleinste kwadraat. De vergelijking van de gemiddelde lijn kan analytisch worden uitgewerkt.

Met behulp van:

$$\begin{cases} A = \frac{2}{3}\sum_{k=1}^{n-1} a_k\left(x_{k+1}^3 - x_k^3\right) + \sum_{k=1}^{n-1} b_k\left(x_{k+1}^3 - x_k^3\right) \\ B = \sum_{k=1}^{n-1} a_k\left(x_{k+1}^2 - x_k^2\right) + 2\sum_{k=1}^{n-1} b_k\left(x_{k+1} - x_k\right) \end{cases} \quad (2.5.3)$$

worden de coëfficiënten van de rechte lijn verkregen door:

$$\begin{cases} a = \frac{3(2A - B(x_n + x_1))}{(x_n - x_1)^3} \\ b = \frac{2(x_n^3 - x_1^3)}{(x_n - x_1)^4} B - \frac{3(x_n + x_1)}{(x_n - x_1)^3} A \end{cases} \quad (2.5.4)$$

waarbij segmenten met $x_{k+1} = x_k$ buiten beschouwing worden gelaten bij de beoordeling van vergelijking 2.5.3.

Reflecties door gevels en andere verticale obstakels

Bijdragen van reflectie worden in aanmerking genomen door de invoering van spiegelbronnen, zoals hieronder beschreven.

HOOFDSTUK 2 WIJZIGING ANDERE REGELINGEN

Artikel 2.1 (Regeling geluidwerende voorzieningen 1997)

De Regeling geluidwerende voorzieningen 1997 wordt als volgt gewijzigd:

A

Artikel 1 komt te luiden:

Artikel 1

1. In deze regeling wordt verstaan onder:

a.minister:	wat de burgerluchtvaart betreft: de Minister van Infrastructuur en Waterstaat; wat de militaire luchtvaart betreft: de Minister van Defensie;
b.gebouw:	gebouw als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;
c.woning:	woonfunctie als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;
d.geluidsgevoelige ruimten van woningen:	ruimten binnen woningen voor zover die kennelijk duurzaam als slaap-, woon- of eetkamer worden gebruikt of voor een zodanig gebruik zijn bestemd;

e.ander geluidsgevoelig gebouw:	gebouw met een onderwijsfunctie of gezondheidszorgfunctie als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;
f.geluidsgevoelige ruimten van andere geluidsgevoelige gebouwen:	les-, theorie- en studielokalen van gebouwen met een onderwijsfunctie, alsmede onderzoeks- en behandelings-, recreatie- en conversatieruimten en woon- en slaapruimten van gebouwen met een gezondheidszorgfunctie;
g.geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie:	grootheid die het verschil tussen het niveau van het invallende geluid aan de buitenzijde van een uitwendige scheidingsconstructie en het geluidsniveau in een ruimte achter deze constructie in een getal weergeeft;
h.kostenbegrenzingswaarde:	maximaal door de minister ter beschikking te stellen bedrag voor de geluidwerende voorzieningen en het aanbrengen daarvan, dat de uitkomst is van de berekening volgens bijlage I bij deze regeling;
i.geluidscontour Rotterdam:	desbetreffende geluidscontour van de luchthaven Rotterdam, bedoeld in het tweede lid, onderdeel a;
j.geluidscontour Lelystad:	desbetreffende geluidscontour van de luchthaven Lelystad, bedoeld in het tweede lid, onderdeel b;
k.geluidsbelasting in Ke:	geluidsbelasting als bedoeld in artikel 3, tweede lid, van het Besluit militaire luchthavens;
l.omgevingsvergunning voor het bouwen:	vergunning als bedoeld in artikel 40, eerste lid, van de Woningwet, omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 2.1, eerste lid, aanhef en onder a, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 5.1, eerste lid, aanhef en onder a, van de Omgevingswet voor een omgevingsplanactiviteit bestaande uit een bouwactiviteit of omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet;
m.onderzoek:	akoestisch en bouwtechnisch onderzoek van geluidsgevoelige gebouwen;
n.NEN-5077:	NEN 5077 als bedoeld in bijlage II bij de Omgevingsregeling;
o.NEN-EN-ISO 12354-3:	NEN-EN-ISO 12354-3 als bedoeld in bijlage II bij de Omgevingsregeling;
p.NPR-5079:	door het Nederlands Normalisatie-Instituut uitgegeven Nederlandse praktijkrichtlijn 'Geluidwering in gebouwen – Het bepalen en hanteren van ééngetalsaanduidingen voor de geluidwering in gebouwen en van bouwelementen', publicatiejaar 1999;
q.NPR-5272:	door het Nederlands Normalisatie-Instituut uitgegeven Nederlandse praktijkrichtlijn 'Geluidwering in gebouwen – Aanwijzingen voor de toepassing van het rekenvoorschrift voor de geluidwering van gevels op basis van NEN-EN 12354-3', publicatiejaar 2003.

2. Voor de toepassing van deze regeling zijn:
   a. voor de luchthaven Rotterdam de geluidscontouren, behorende bij de maximale waarden 40, 50 en 55 Ke, opgenomen in bijlage 3 bij deze regeling;
   b. voor de luchthaven Lelystad de geluidscontouren, behorende bij de maximale waarden 40, 50, 55 en 65 Ke, opgenomen in bijlage 4 bij deze regeling.

3. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

B

In artikel 2, eerste lid, onder a, onder 1°, en onder b, onder 1°, wordt 'vergunning' vervangen door 'omgevingsvergunning'.

C

In artikel 3, onder e, wordt 'bestemd' vervangen door 'bedoeld'.

D

Artikel 5 wordt als volgt gewijzigd:

1. In het eerste lid, onder b, wordt 'vergunning' vervangen door 'omgevingsvergunning'.

2. In het derde lid, onder a, wordt 'hoofdstuk III, afdeling 2' vervangen door 'artikel 13'.

E

In artikel 6, eerste lid, wordt 'het Bouwbesluit 2012' vervangen door 'het Besluit bouwwerken leefomgeving'.

F

In artikel 12, vierde lid, onder e, wordt 'vergunningen' vervangen door 'omgevingsvergunningen'.

G

In artikel 13, derde lid, onder e, onder 3°, wordt 'het Bouwbesluit 2012' vervangen door 'het Besluit bouwwerken leefomgeving'.

H

In artikel 14, eerste lid, onder c, wordt 'het Bouwbesluit 2012' vervangen door 'het Besluit bouwwerken leefomgeving'.

I

In bijlage 1, wordt in de verklaring van G(A) 'NEN-EN 12354-3' vervangen door 'NEN-EN-ISO 12354-3'.

J

In bijlage 2, artikel 4, eerste, tweede en derde lid, wordt 'NEN-EN 12354-3' vervangen door 'NEN-EN-ISO 12354-3'.

Artikel 2.2 (Regeling geluidwerende voorzieningen militaire luchthavens 2015)

De Regeling geluidwerende voorzieningen militaire luchthavens 2015 wordt als volgt gewijzigd:

A

Artikel 1 komt te luiden:

Artikel 1

1. In deze regeling wordt verstaan onder:

a.minister:	Minister van Defensie;
b.gebouw:	gebouw als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;
c.woning:	woonfunctie als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;

d.geluidsgevoelige ruimten van woningen:	ruimten binnen woningen voor zover die kennelijk duurzaam als slaap-, woon- of eetkamer worden gebruikt of voor een zodanig gebruik zijn bestemd;
e.ander geluidsgevoelig gebouw:	gebouw met een onderwijsfunctie of gezondheidszorgfunctie als bedoeld in bijlage I bij het Besluit bouwwerken leefomgeving;
f.geluidsgevoelige ruimten van andere geluidsgevoelige gebouwen:	les-, theorie- en studielokalen van gebouwen met een onderwijsfunctie, alsmede onderzoeks- en behandelings-, recreatie- en conversatieruimten en woon- en slaapruimten van gebouwen met een gezondheidszorgfunctie;
g.geluidwering van een uitwendige scheidingsconstructie:	grootheid die het verschil tussen het niveau van het invallende geluid aan de buitenzijde van een uitwendige scheidingsconstructie en het geluidsniveau in een ruimte achter deze constructie in een getal weergeeft;
h.kostenbegrenzingswaarde:	maximaal door de minister ter beschikking te stellen bedrag voor de geluidwerende voorzieningen en het aanbrengen daarvan, dat de uitkomst is van de berekening volgens bijlage I bij deze regeling;
i.geluidszone in Ke:	geluidszone als bedoeld in artikel 10.17 van de Wet luchtvaart voor de in het tweede lid van dat artikel bedoelde grenswaarde;
j.geluidsbelasting in Ke:	geluidsbelasting als bedoeld in artikel 3, tweede lid, van het Besluit militaire luchthavens;
k.omgevingsvergunning voor het bouwen:	vergunning als bedoeld in artikel 40, eerste lid, van de Woningwet, omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 2.1, eerste lid, aanhef en onder a, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 5.1, eerste lid, aanhef en onder a, van de Omgevingswet voor een omgevingsplanactiviteit bestaande uit een bouwactiviteit of omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 5.1, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet;
l.onderzoek:	akoestisch en bouwtechnisch onderzoek van woningen of van andere geluidsgevoelige gebouwen;
m.NEN5077:	NEN 5077 als bedoeld in bijlage II bij de Omgevingsregeling;
n.NEN-EN-ISO 12354-3:	NEN-EN-ISO 12354-3 als bedoeld in bijlage II bij de Omgevingsregeling;
o.NPR-5079:	door het Nederlands Normalisatie-Instituut uitgegeven Nederlandse praktijkrichtlijn 'Geluidwering in gebouwen – Het bepalen en hanteren van ééngetalsaanduidingen voor de geluidwering in gebouwen en van bouwelementen', publicatiejaar 1999;
p.NPR-5272:	door het Nederlands Normalisatie-Instituut uitgegeven Nederlandse praktijkrichtlijn 'Geluidwering in gebouwen – Aanwijzingen voor de toepassing van het rekenvoorschrift voor de geluidwering van gevels op basis van NEN-EN 12354-3', publicatiejaar 2003.

2. Bij de toepassing van NEN 5077 geldt dat in afwijking van tabel 6 de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle 'open' respectievelijk 'aan' zijn.

B

In artikel 2, eerste lid, onder a, onder 1°, en onder b, onder 1°, wordt ‘vergunning’ vervangen door ‘omgevingsvergunning’.

C

In artikel 3, onder c, wordt ‘bestemd’ vervangen door ‘bedoeld’.

D

In artikel 4, eerste lid, onder b, wordt ‘vergunning’ vervangen door ‘omgevingsvergunning’.

E

In artikel 5, eerste lid, wordt ‘het Bouwbesluit 2003 onderscheidenlijk het Bouwbesluit 2012’ vervangen door ‘het Besluit bouwwerken leefomgeving’.

F

In artikel 8, vierde lid, onder e, wordt ‘vergunningen’ vervangen door ‘omgevingsvergunningen’.

G

In bijlage 2, artikel 4, eerste, tweede en derde lid, wordt ‘NEN-EN 12354-3’ vervangen door ‘NEN-EN-ISO 12354-3’.

HOOFDSTUK 3 INTREKKING REGELINGEN

Artikel 3.1 (intrekken regelingen)

De volgende regelingen worden ingetrokken:
a. Bijdrageregeling geluidhinder nieuwe woningen;
b. Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder;
c. Regeling geluid milieubeheer;
d. Regeling geluidplafondkaart milieubeheer;
e. Regeling saneringsprogramma industrielawaai;
f. Regeling zonekaart spoorwegen geluidhinder; en
g. Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

HOOFDSTUK 4 OVERGANGSRECHT

Artikel 4.1 (overgangsrecht herberekenen: geluidproductieplafonds rijkswegen en hoofdspoorwegen)

1. Volgens de bijlagen IVe, IVf en IVg worden herberekend:
   a. de op het tijdstip van inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet vastgestelde geluidproductieplafonds;
   b. de geluidproductieplafonds die onder de werking van artikel 3.1, eerste lid, onder a en d, of 3.3, tweede lid, onder c, van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet vallen; en
   c. de geluidproductieplafonds die zijn opgenomen in een ontwerptracé-besluit dat op of na het tijdstip van inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet ter inzage is gelegd.

2. Bij het herberekenen van de geluidproductieplafonds, bedoeld in het eerste lid, onder a, worden de geluidbrongegevens, behorende bij het onmiddellijk voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet geldende geluidproductieplafond gebruikt.

3. Bij het herberekenen van de geluidproductieplafonds, bedoeld in het eerste lid, onder b en c, worden de geluidbrongegevens gebruikt die horen bij de in die onderdelen genoemde geluidproductieplafonds.

4. In afwijking van het tweede lid kunnen voor wegen, voor de situatie waarop het geluidproductieplafond als omgevingswaarde is gebaseerd:
   a. verschillende bronregisterlijnen uit het geluidregister worden gecombineerd tot één geluidbronregisterlijn, gelegen in het midden van de rijbaan; en

b. geactualiseerde gegevens worden gebruikt voor de ligging van de geluidbronregisterlijnen die horen bij geluidproductieplafonds die zijn vastgesteld op basis van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer.

5. Bij het herberekenen van het geluidproductieplafond van een spoorweg is het geluidproductieplafond als omgevingswaarde niet lager dan 52,0 dB, als:
   1°. het geluidproductieplafond na 1 juli 2012 niet is gewijzigd, anders dan om de redenen, bedoeld in artikel 11.47, eerste lid, onder a en b, van de Wet milieubeheer; en
   2°. er geen geluidbeperkend werk of bouwwerk aanwezig is dat is geplaatst om het geluid door de spoorweg op een geluidgevoelig gebouw te beperken.

Artikel 4.2 (overgangsrecht gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid industrieterreinen)

Als voor een industrieterrein nog geen geluidproductieplafond als omgevingswaarde is vastgesteld, wordt bij het bepalen van het gecumuleerde geluid als bedoeld in artikel 3.25 en het gezamenlijke geluid als bedoeld in artikel 3.26 uitgegaan van de op grond van de Wet geluidhinder, zoals die gold onmiddellijk voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet, ten hoogste toegestane geluidbelasting van het industrieterrein, uitgedrukt in L_{den}.

Artikel 4.3 (overgangsrecht maatregelpunten)

1. Bij de toepassing van artikel XI, eerste lid, onder c, van het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet wordt het aantal maatregelpunten bepaald volgens bijlage I.

2. De maatregelpunten omvatten het totaal van de maatregelpunten van bestaande en nieuw te treffen geluidbeperkende maatregelen waarvoor maatregelpunten gelden, ten opzichte van een weg of spoorweg in de situatie zonder maatregelen, bedoeld in artikel 3.48 van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

3. Bij het toepassen van tabel 2 van bijlage I wordt de hoogte van een geluidscherm of geluidwal bepaald ten opzichte van de bovenkant van het spoor of de kantstreep van de weg aan de zijde van het scherm.

4. Voor de toepassing van bijlage I wordt verstaan onder:

geluidgevoelig cluster:	geluidgevoelig cluster als bedoeld in artikel XI, eerste lid, onder c, onder 3°, van het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet;
saneringsgebouw:	geluidgevoelig gebouw dat is vermeld op de lijst, bedoeld in artikel 15.2 van het Omgevingsbesluit.

Artikel 4.4 (overgangsrecht verbeelding van activiteiten op industrieterreinen op geografische kaarten)

Totdat het omgevingsplan voor een industrieterrein onherroepelijk voorziet in een geluidaandachtsgebied dat is vastgesteld op grond van artikel 3.31 van het Besluit kwaliteit leefomgeving, worden in afwijking van artikel 12.78, aanhef en onder b, van de Omgevingsregeling, onverminderd de onderdelen a, c en d, van dat artikel, activiteiten op industrieterreinen als bedoeld in artikel 11.50, eerste lid, onder c, onder 1°, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, op geografische kaarten weergegeven door verbeelding van de zone rond het industrieterrein, vastgesteld op grond van artikel 40 van de Wet geluidhinder.

HOOFDSTUK 5 SLOTBEPALINGEN

Artikel 5.1 (inwerkingtreding)

1. Deze regeling treedt in werking op een bij ministerieel besluit te bepalen tijdstip, dat voor de verschillende artikelen of onderdelen daarvan verschillend kan worden vastgesteld.

2. Een ministerieel besluit als bedoeld in het eerste lid wordt in de Staatscourant bekendgemaakt.

Artikel 5.2 (citeertitel)

Deze regeling wordt aangehaald als: Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet.

Deze regeling zal met de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat,
S. van Veldhoven-van der Meer

De Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,
K.H. Ollongren

BIJLAGE I BIJ ARTIKEL 4.3 VAN DEZE REGELING (OVERGANGSRECHT MAATREGELPUNTEN LOKALE INFRASTRUCTUUR)

In deze bijlage wordt verstaan onder D: de lengte van het deel van de loodlijn vanuit een geluidgevoelig gebouw naar een weg, respectievelijk een spoorweg, dat eindigt op de dichtstbijzijnde rand van de wegdekverharding, respectievelijk de dichtstbijzijnde spoorstaaf.

Tabel 1 Bronmaatregelen, randvoorwaarden en maatregelpunten

Omschrijving bronmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten
Weg		
Stille elementenverharding	– Alleen bij sanering.	3 per 10 m^2 ten opzichte van elementenverharding
Dicht asfaltbeton (DAB)	– Alleen bij sanering.	5 per 10 m^2 ten opzichte van elementenverharding
Steenmastiekasfalt (SMA)	– Alleen bij sanering.	5 per 10 m^2 ten opzichte van DAB
zeer open asfaltbeton (ZOAB)	– Voldoende verkeersintensiteit. – Geen wringend of remmend verkeer. – Snelheid meer dan 70 km/u.	4 per 10 m^2 ten opzichte van DAB
2-laags zeer open asfaltbeton	– Voldoende verkeersintensiteit. – Geen wringend of remmend verkeer. – Snelheid meer dan 70 km/u.	26 per 10 m^2 ten opzichte van DAB 22 per 10 m^2 ten opzichte van ZOAB
Dunne deklaag	– Niet op kruisingen met afslaand verkeer, rotondes of verkeerspleinen.	13 per 10 m^2 ten opzichte van DAB 9 per 10 m^2 ten opzichte van ZOAB 16 per 10 m^2 ten opzichte van elementenverharding
Spoorweg		
Raildemper	– Niet tegen wissels of voegen. – Bij houten dwarsliggers als instemming is verkregen van de beheerder. – De afstand waarover raildempers worden aangelegd is ten minste 50 m per spoor. – Onverminderd het derde gedachtestreepje is de afstand per spoor waarover raildempers worden aangelegd ten minste twee maal D, berekend vanuit het in het geluidgevoelige cluster, waarvoor de raildempers worden overwogen, gelegen geluidgevoelige gebouw dat het dichtst bij een spoorstaaf ligt. Van deze randvoorwaarde kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – In afwijking van het vierde gedachtestreepje is bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving de afstand per spoor waarover raildempers worden aangelegd zodanig dat: 1°. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de raildempers worden overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de spoorweg loopt het gedeelte van de spoorweg met de raildempers doorsnijdt; en 2°. deze voor ten minste driekwart van alle saneringsgebouwen in het geluidgevoelige cluster waarvoor de raildempers worden overwogen, gelijk is aan de afstand tweemaal D, waarbij de onder 1° bedoelde loodlijn laatstgenoemde afstand in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken.	29 per meter enkel spoor

Tabel 2 Overdrachtsmaatregelen, randvoorwaarden en maatregelpunten

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
Weg			
Geluidscherm	– Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een geluidscherm zodanig dat dit geluidscherm ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van het geluidscherm wordt	Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m 2 m 3 m 4 m	53 93 133 173

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
	overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de weg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte viermaal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13b1 van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van het geluidscherm ten hoogste 8 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving, in een situatie waarbij een bestaand geluidscherm of een bestaande geluidwal wordt vervangen: 1. is het nieuwe geluidscherm ten minste 3 m hoger dan het bestaande geluidscherm of de bestaande geluidwal; en 2. staan, in vergelijking met een geluidscherm dat 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor het nieuwe geluidscherm in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van dat scherm.	5 m 6 m 7 m 8 m elke m hoogte boven 8 m	212 251 289 327 44
Geluidwal	– Ruimtebeslag. – Grondgesteldheid. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een geluidwal zodanig dat deze geluidwal ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van een geluidwal wordt overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de weg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte vier maal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van de geluidwal ten hoogste 8 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving, in een situatie waarbij een bestaand geluidscherm of een bestaande geluidwal wordt vervangen: 1. is de nieuwe geluidwal ten minste 3 m hoger dan het bestaande geluidscherm of de bestaande geluidwal; en 2. staan, in vergelijking met een geluidwal die 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor de nieuwe geluidwal in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van die geluidwal.	Gelijk aan het aantal maatregelpunten van een geluidscherm	
Middenbermscherm	- Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een middenbermscherm zodanig dat dit scherm ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van het middenbermscherm wordt overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de weg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte vier maal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van het middenbermscherm ten hoogste 8 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12, 12.13 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving in een situatie waarbij een bestaand middenbermscherm wordt vervangen: 1. is het nieuwe middenbermscherm ten minste 3 m hoger dan het bestaande middenbermscherm; en	Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m	64 112 160 207 254 301 347 392

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
	2. staan, in vergelijking met een middenbermscherm dat 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor het nieuwe middenbermscherm in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van dat middenbermscherm.		
Schermtop (T-top)	– Op bestaand scherm passend. – Passend in het profiel.	Per strekkende meter:	44
Spoorweg			
Geluidscherm met uitzondering van een geluidscherm bij een spoorweg dat is gelegen op een kortere afstand dan 2,5 m uit het hart van het spoor (minischerm)	– Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een geluidscherm zodanig dat dit scherm ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van het geluidscherm wordt overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de spoorweg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte twee maal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van het geluidscherm ten hoogste 5 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving in een situatie waarbij een bestaand geluidscherm of een bestaande geluidwal wordt vervangen: 1. is het nieuwe geluidscherm ten minste 2 m hoger dan het bestaande geluidscherm of de bestaande geluidwal; en 2. staan, in vergelijking met een geluidscherm dat 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor het nieuwe geluidscherm in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van dat geluidscherm.	Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m 1,5 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m elke m hoogte boven 8 m	83 87 92 122 148 173 198 223 248 25
Geluidwal	– Ruimtebeslag. – Grondgesteldheid. - Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een geluidwal zodanig dat die geluidwal ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van de geluidwal wordt overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de spoorweg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte twee maal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van de geluidwal ten hoogste 5 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving in een situatie waarbij een bestaand geluidscherm of een bestaande geluidwal wordt vervangen: 1. is de nieuwe geluidwal ten minste 2 m hoger dan het bestaande geluidscherm of de bestaande geluidwal; en 2. staan, in vergelijking met een geluidwal die 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor de nieuwe geluidwal in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van die geluidwal.	Gelijk aan het aantal maatregelpunten van een geluidscherm	
Scherm tussen sporen, met uitzondering van een geluidscherm bij een spoorweg dat is gelegen op een kortere afstand dan 2,5 m uit het hart van het spoor (minischerm)	– Niet bij wissels. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de lengte van een scherm tussen sporen zodanig dat dit scherm ten minste: 1. voor elk saneringsgebouw in het geluidgevoelige cluster waarvoor de aanleg van het scherm tussen	Per strekkende meter bij een hoogte van:	
		1 m 1,5 m 2 m 3 m 4 m	83 87 92 122 148

Omschrijving overdrachtsmaatregel	Randvoorwaarden	Maatregelpunten	
	sporen wordt overwogen, de loodlijn die van het saneringsgebouw naar de spoorweg loopt, doorsnijdt; en 2. voor driekwart van alle saneringsgebouwen in dat geluidgevoelige cluster een lengte heeft die gelijk is aan de lengte twee maal D, waarbij voornoemde loodlijn laatstgenoemde lengte in twee gelijke delen verdeelt. Van deze randvoorwaarden kan in bijzondere omstandigheden worden afgeweken. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving is de hoogte van het scherm tussen sporen ten hoogste 5 m. – Bij toepassing van de artikelen 12.12 en 12.13a van het Besluit kwaliteit leefomgeving in een situatie waarbij een bestaand scherm tussen sporen wordt vervangen: 1. is het nieuwe scherm tussen sporen ten minste 2 m hoger dan het bestaande scherm; en 2. staan, in vergelijking met een scherm tussen sporen dat 1 m lager zou zijn, de extra maatregelpunten voor het nieuwe scherm tussen sporen in redelijke verhouding tot de extra geluidreductie van dat scherm tussen sporen.	5 m	173

TOELICHTING BIJ DE AANVULLINGSREGELING GELUID OMGEVINGSWET

ALGEMEEN DEEL TOELICHTING

1 INLEIDING

1.1 Geluid in het stelsel van de Omgevingswet/Inleiding

De Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet (deze aanvullingsregeling) is onderdeel van het aanvullingsspoor geluid.[1] Met dit aanvullingsspoor wordt het beleid voor het geluid, een essentieel onderdeel van de fysieke leefomgeving, ingepast in het stelsel van de Omgevingswet.

Met de komst van de Omgevingswet wordt het omgevingsrecht opnieuw vormgegeven. Een groot aantal wetten op het terrein van het omgevingsrecht wordt geheel of (soms vooralsnog) gedeeltelijk in het stelsel van de Omgevingswet geïncorporeerd. Naast meer omvattende wetten als de Wet milieubeheer en de Wet ruimtelijke ordening behoren hiertoe ook specifieke wetten, waaronder de Wet geluidhinder. De Aanvullingswet geluid Omgevingswet voorziet erin dat de onderwerpen die tot dusverre zijn geregeld in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer en de Wet geluidhinder, een plaats krijgen in het stelsel van de Omgevingswet. De regelgeving voor geluid wordt daarbij in overeenstemming gebracht met de opbouw en de doelen van de Omgevingswet, terwijl ook een aantal geluidinhoudelijke doelstellingen wordt gediend, zoals deze in het kader van het project Swung2 zijn geformuleerd. Deze ministeriële regeling strekt tot de uitwerking van de regels van de Omgevingswet en de daarop gebaseerde AMvB's op het terrein van geluid dat afkomstig is van wegen, spoorwegen en industrieterreinen.

Met de Omgevingswet vindt ook integratie van de geluidregels met de ruimtelijke ordening plaats, waaronder het toedelen van functies aan locaties en gebouwen in de omgeving van wegen, spoorwegen en industrieterreinen. Dit zal leiden tot een grotere samenhang in afwegingen rond geluid en milieu in brede zin bij besluiten over ontwikkelingen in de omgeving van die wegen, spoorwegen en industrieterreinen en bij besluitvorming over ontwikkelingen aan of op deze geluidbronnen die verandering brengen in de geluidproductie ervan.

In de Omgevingswet zijn al diverse regels en instrumenten opgenomen die (ook) betrekking kunnen hebben op geluid. Voorbeelden zijn het omgevingsplan, de omgevingsvergunning en de algemene regels voor activiteiten. De Aanvullingswet geluid voorziet in de aanpassing, aanvulling en invulling van deze instrumenten. Het is de bedoeling dat de Aanvullingswet geluid tegelijk met de Omgevingswet in werking treedt. Op dat moment zal ook deze ministeriële regeling in werking treden.

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt in paragraaf 1.2 ingegaan op het aanvullingsspoor geluid voor zover dat al in de Omgevingswet en de vier daarop gebaseerde AMvB's is opgenomen en paragraaf 1.3 beschrijft de grondslagen en reikwijdte van deze aanvullingsregeling. Paragraaf 1.4 beschrijft kort de verhouding tot voorheen geldende regelgeving en paragraaf 1.5 sluit dit hoofdstuk af met een weergave van de verdere inhoud en opbouw van deze toelichting.

1.2 Het aanvullingsspoor geluid

Het doel van het Nederlandse geluidbeleid is om een balans aan te brengen tussen twee belangen: enerzijds de bescherming van de gezondheid van de mens en een goede omgevingskwaliteit en anderzijds het geven van ruimte aan maatschappelijke activiteiten. De uitdaging voor het beleid is de balans tussen deze maatschappelijke opgaven te vinden en te behouden.

Met het aanvullingsspoor geluid wordt inhoud gegeven aan de nieuwe regels voor geluid. Deze nieuwe regels voor geluid kennen een aantal inhoudelijke doelstellingen met betrekking tot de bescherming tegen geluid. Het tegengaan van de onbeheerste groei van geluid is daarvan een belangrijk onderdeel. Daarnaast zijn het reduceren van hoge geluidbelastingen (sanering) en het bevorderen van bronbeleid belangrijke doelstellingen. Dit is onder andere toegelicht in paragraaf 1.3 van de Memorie van Toelichting bij de Aanvullingswet geluid Omgevingswet. Zoals daar is aangegeven, is daaraan gedurende een reeks van jaren gewerkt onder de naam "Swung". Met de aanvulling van de Omgevingswet en de daarop te baseren uitvoeringsregelgeving wordt het beleidsvernieuwingstraject "Swung" voltooid.

Net als bij de totstandkoming van het wetsvoorstel voor de Aanvullingswet geluid Omgevingswet en het Aanvullingsbesluit geluid, wordt deze ministeriële regeling in nauwe samenspraak met partijen uit het

[1] Naast deze Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet bestaat het aanvullingsspoor geluid uit de Aanvullingswet geluid Omgevingswet (Stb. 2020, 83) en het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet.

veld tot stand gebracht. Op grond van artikel 23.4 van de Omgevingswet wordt een brede en interactieve participatiemogelijkheid geboden bij de totstandkoming van de uitvoeringsregelgeving. Bij de openbare internetconsultatie heeft eenieder de mogelijkheid om zijn reactie op de ontwerpregeling te geven. Met de inbreng vanuit de internetconsultatie wordt in de definitieve versie van deze regeling rekening gehouden.

De rijksregelgeving binnen het stelsel bestaat uit de Omgevingswet, vier daarbij behorende algemene maatregelen van bestuur (het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en het Omgevingsbesluit (Ob)) en de Omgevingsregeling.

1.3 Grondslag en reikwijdte van deze aanvullingsregeling

Deze aanvullingsregeling vult de Omgevingsregeling aan met regels over geluid die als gevolg van de beleidsvernieuwing worden herzien.

1.3.1 Aanvullingen van de Omgevingsregeling

De Omgevingsregeling werkt de regels in de wet en AMvB's op een meer gedetailleerd niveau uit of vult deze aan. De regels in de Omgevingsregeling onderscheiden zich van de regels in de wet en de vier AMvB's doordat zij meer gedetailleerd zijn en uitvoeringstechnisch, administratief of meet- en rekentechnisch van aard zijn.

De regels in de Omgevingsregeling betreffen zeven thema's: de aanwijzing en geometrische begrenzing van locaties, regels voor het uitvoeren van activiteiten, gegevensverstrekking, meet- en rekenregels voor besluiten, monitoring en informatie, financiële bepalingen en het digitaal stelsel Omgevingswet (DSO).[2] Deze aanvullingsregeling vult deze zes van de zeven thema's aan, het geeft geen regels voor financiële bepalingen.

Aanwijzing en geometrische begrenzing van locaties

De Omgevingsregeling kan locaties aanwijzen en daarnaast ook locaties geometrisch begrenzen. Het gaat om locaties van onderdelen van de fysieke leefomgeving die van belang zijn voor de door het Rijk in de Omgevingswet en de vier AMvB's gestelde regels, bijvoorbeeld de geografische reikwijdte van een instructieregel of een vergunningplicht. Een locatie kan qua omvang heel verschillend zijn. De grondslag voor de aanwijzing en geometrische begrenzing van locaties in deze aanvullingsregeling is te vinden in artikel 2.24 van de Omgevingswet. Een voorbeeld zijn de aanwijzing van rijkswegen en hoofdspoorwegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden moeten worden vastgesteld.

Regels voor het uitvoeren van activiteiten

De Omgevingsregeling bevat voor een beperkt aantal onderwerpen algemene regels over activiteiten die de algemene regels uit het Besluit activiteiten leefomgeving of het Besluit bouwwerken leefomgeving aanvullen en uitwerken. De keuze voor opname in de Omgevingsregeling komt voort uit de frequentie waarmee bepaalde regels naar verwachting moeten worden aangepast.

De grondslag hiervoor is artikel 4.3, derde lid van de Omgevingswet dat aangeeft dat regels over activiteiten bij ministeriële regeling kunnen worden gesteld als deze uitvoeringstechnische, administratieve en meet- of rekenvoorschriften inhouden.

In de aanvullingsregeling geluid zijn diverse meet- en rekenmethoden opgenomen voor onder andere geluid door wegen, spoorwegen en industrie. Daarnaast zijn bepalingsmethoden opgenomen voor het geluidaandachtsgebied, het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid.

Gegevensverstrekking en DSO

De Omgevingsregeling regelt in de artikelen 3.11, 3.12, 3.18, 3.19, 3.23 en 3.28 wat de geluidbrongegevens zijn. Deze gegevens moeten worden aangeleverd ten behoeve van het geluidregister, via de Centrale Voorziening Geluidgegevens (CVGG). De Centrale Voorziening Geluidgegevens (CVGG) wordt het digitale systeem voor het uitwisselen van geluidgegevens. Het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen zijn verplicht geluidgegevens via deze voorziening te delen. De voorziening zorgt er straks voor dat deze gegevens eenvoudig vindbaar, inzichtelijk en beschikbaar zijn. De focus ligt daarbij op het ondersteunen van akoestisch onderzoek. De CVGG wordt parallel aan het Digitaal Stelsel Omgevingswet (DSO) ingericht.

[2] Dit is inclusief de voorgenomen wijziging van de Invoeringsregeling Omgevingswet, daar wordt het thema digitaal stelsel Omgevingswet toegevoegd.

Het DSO ondersteunt de Omgevingswet. Het biedt een digitaal loket voor het melden en aanvragen van initiatieven in de leefomgeving. Naar verwachting komen relevante delen van de CVGG in de toekomst ook in het DSO.

Meet- en rekenregels voor besluiten

De Omgevingsregeling bevat regels over het meten en rekenen om de effecten te kunnen bepalen van besluiten die bepaalde activiteiten toestaan. De grondslag hiervoor is artikel 2.24, tweede lid, onder b, van de Omgevingswet. Bestuursorganen moeten deze besluiten motiveren en vaak kwantitatief onderbouwen. Voor geluid worden diverse meet- en rekenregels voorgeschreven die bestuursorganen daarbij moeten gebruiken. Een voorbeeld zijn de rekenregels voor het berekenen van het geluid ten gevolge van wegen, spoorwegen en industrieterreinen.

Monitoring en informatie

Het stelsel van de Omgevingswet kent enkele monitorings- en informatieverplichtingen. Deze volgen voor een groot deel uit Europeesrechtelijke en internationale monitorings- of informatieverplichtingen, te weten de kaderrichtlijn water, de richtlijn luchtkwaliteit, de richtlijn omgevingslawaai, het verdrag van Aarhus en de zwemwaterrichtlijn. De Aanvullingsregeling geluid bevat regels voor de monitoring van geluidproductieplafonds als omgevingswaarden en voor de monitoring van het verschil tussen de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie.

Verhouding tot voorheen geldende regelgeving

Met het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet en deze aanvullingsregeling zijn meerdere regelingen geheel of gedeeltelijk omgezet naar het stelsel van de Omgevingswet. Het betreft onder andere de volgende regelingen:

- Besluit geluid milieubeheer;
- Besluit geluidhinder;
- Besluit saneringsmaatregelen industrieterreinen 1994;
- Besluit vaststelling geluidszone Tweede Maasvlakte;
- Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder;
- Regeling geluid milieubeheer;
- Regeling geluidplafondkaart milieubeheer;
- Regeling saneringsprogramma industrielawaai;
- Regeling vernieuwen procedures sanering verkeerslawaai;
- Regeling zonekaart spoorwegen geluidhinder; en
- Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van deze toelichting beschrijft de aanleiding van het vernieuwde geluidbeleid, de belangrijkste beleidsmatige uitgangspunten voor de totstandkoming van deze aanvullingsregeling en de keuzes die in deze regeling zijn gemaakt.

Hoofdstuk 3 geeft voor de regels over de aspecten van de fysieke leefomgeving en voor de regels over meten en rekenen inzicht in de systematiek van deze regeling.

In hoofdstuk 4 wordt de inhoud van deze aanvullingsregeling en de daarbij gemaakte keuzes toegelicht. Daarbij worden de wijzigingen ten opzichte van de situatie voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Omgevingswet én de te verwachten effecten van de regeling toegelicht.

Hoofdstuk 5 geeft een beschrijving van de effecten van deze aanvullingsregeling. Hierbij wordt aandacht besteed aan de financiële effecten, de effecten op het milieu en de effecten op de rechterlijke macht en de handhaafbaarheid.

Hoofdstuk 6 beschrijft de totstandkoming en de consultatie van deze aanvullingsregeling en de afstemming met de omgeving.

Hoofdstuk 7 geeft een toelichting op de technische notificatie van de regeling.

Hoofdstuk 8 gaat in op de invoering van de nieuwe regels.

De artikelsgewijze toelichting beschrijft vervolgens per artikel de keuzes en achtergronden. Ook worden waar nodig de bijlagen toegelicht.

2 UITGANGSPUNTEN EN KEUZES

2.1 Aanleiding en achtergrond

De Aanvullingswet geluid Omgevingswet voorziet erin dat de onderwerpen die tot dusverre zijn geregeld in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer en de Wet geluidhinder, een plaats krijgen in het stelsel van de Omgevingswet. De Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet strekt tot de uitwerking van de regels van de Omgevingswet en het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet op het terrein van geluid dat afkomstig is van wegen, spoorwegen en industrieterreinen en vormt daarmee het sluitstuk van het aanvullingsspoor geluid.

2.2 Integraal afwegingskader instrumentarium geluidbeheersing

Het 'geluidproductieplafond' uit hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer voor rijkswegen en hoofdspoorwegen komt beleidsneutraal terug in het stelsel van de Omgevingswet. Het toepassingsbereik van het geluidproductieplafond is uitgebreid naar bij omgevingsverordening aangewezen provinciale wegen en lokale spoorwegen, en naar industrieterreinen. Met de Aanvullingswet geluid Omgevingswet is het geluidproductieplafond als verplichte omgevingswaarde ingevoegd in de Omgevingswet.

Voor het geluid van gemeentewegen, waterschapswegen en de overige lokale spoorwegen is een alternatief in het leven geroepen: de 'basisgeluidemissie'. Daarbij wordt het geluid van die (spoor)wegen gemonitord en is het bevoegd gezag verplicht om te bezien of geluidbeperkende of geluidwerende maatregelen moeten worden getroffen als de basisgeluidemissie met meer dan 1,5 dB wordt overschreden.

Voor de verschillende geluidbronsoorten, zowel de geluidbronsoorten met geluidproductieplafonds als omgevingswaarden als de geluidbronsoorten met een basisgeluidemissie, zijn in het aanvullingsbesluit geluid standaardwaarden en grenswaarden opgenomen. Onder de standaardwaarde is de kans op schade aan de gezondheid zeer klein. Daarom worden er geen eisen gesteld aan situaties waarin het geluid op een geluidgevoelig gebouw de standaardwaarde niet overschrijdt. Tussen de standaardwaarde en de grenswaarde voor het geluid op de gevel maakt het bevoegd gezag een afweging over de aanvaardbaarheid. Boven de grenswaarde voor het geluid op de gevel zijn nieuwe woningen of verhoging van het geluid op bestaande woningen alleen in uitzonderingssituatie mogelijk.

Naast toetsing aan de norm voor de geluidbronsoort in kwestie inclusief bijbehorende maatregelafweging vindt daarnaast een afweging plaats over de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid, als zowel de standaardwaarde als het geluid bij volledige benutting van het geluidproductieplafond dat gold op het tijdstip van de vaststelling van het geluidproductieplafond wordt overschreden. Het gecumuleerde geluid is de sommatie van het geluid van de verschillende geluidbronsoorten en eventueel andere relevante geluidbronnen, waarbij het geluid eerst wordt omgerekend naar een geluidbelasting voor wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt.

Als het geluid op de gevel hoger is dan de standaardwaarde en het geluid bij volledige benutting van het geluidproductieplafond dat gold op het tijdstip van de vaststelling van het geluidproductieplafond, moet in veel gevallen ook worden aangetoond dat voldaan wordt aan de grenswaarde voor de binnenwaarde. De hiervoor benodigde gevelwering wordt bepaald op basis van het verschil tussen het gezamenlijk geluid en de grenswaarde voor de binnenwaarde. Het gezamenlijk geluid is de sommatie van het geluid door alle relevante geluidbronsoorten en andere geluidbronnen zonder correctie voor verschillende hinderbeleving.

Bij overschrijding van de standaardwaarde en van het geluid bij volledige benutting van het geluidproductieplafond dat gold op het tijdstip van de vaststelling van het geluidproductieplafond wordt door de beoordeling van de aanvaardbaarheid op basis van het gecumuleerde geluid en waarborging van de binnenwaarde op basis van het gezamenlijk geluid, invulling gegeven aan de integraliteit van de beoordeling van het geluid.

2.3 Uitgangspunten voor de Aanvullingsregeling geluid

Deze aanvullingsregeling vormt het verbindende sluitstuk waarmee de combinatie van de aanvullingswet geluid en het aanvullingsbesluit geluid als een geheel kan functioneren binnen het nieuwe stelsel. De volgende aspecten worden binnen dit stelsel door deze aanvullingsregeling in aanvulling op voornoemde wet en besluit geregeld.

Geluid op geluidgevoelige gebouwen

In deze aanvullingsregeling wordt aangegeven welk voorschrift gevolgd moet worden voor het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw. Het betreft nieuwe geactualiseerde meet- en rekenmethoden voor het geluid van wegen, spoorwegen en industrie.

Geluid op geluidreferentiepunten

Naast de nieuwe geactualiseerde meet- en rekenmethoden voor het geluid van wegen, spoorwegen en industrie worden in deze aanvullingsregeling ook specifieke voorschriften gegeven voor het berekenen van het geluid op geluidreferentiepunten (de locaties waarop geluidproductieplafonds als omgevingswaarden gelden).

Basisgeluidemissie en geluidemissie in L_{den}

Deze aanvullingsregeling bevat regels over de wijze waarop de basisgeluidemissie en de geluidemissie in L_{den} moeten worden berekend. Deze waarden spelen een rol bij de monitoring van het geluid van gemeentewegen en lokale spoorwegen. De monitoring bestaat eruit dat de geluidemissie in L_{den} in een kalenderjaar wordt afgezet tegen een referentie, namelijk de basisgeluidemissie. De basisgeluidemissie wordt toegelicht in paragraaf 6.3.2 van het algemeen deel van de Nota van Toelichting van Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet. Ook worden in de regeling vuistregels gegeven voor het maken van schattingen voor wegen met weinig verkeer en voor situaties waarbij geen relevante wijzigingen optreden met betrekking tot verkeersintensiteit, verkeersnelheid en het wegdektype.

Doelmatigheidscriterium

In deze aanvullingsregeling zijn voor de verschillende geluidbeperkende maatregelen de maatregelpunten gedefinieerd die nodig zijn voor de doelmatigheidsafweging die met toepassing van paragraaf 3.5.4.4 van het Besluit kwaliteit leefomgeving gemaakt wordt voor rijkswegen en hoofspoorwegen. Ook zijn per maatregel randvoorwaarden opgenomen waaraan de maatregel moet voldoen om te worden meegenomen in de afweging.

Gezamenlijk en gecumuleerd geluid

In het Aanvullingsbesluit geluid is voorgeschreven in welke gevallen het geluid op geluidgevoelige gebouwen moet worden opgeteld tot een gezamenlijk geluid of gecumuleerd geluid. In deze aanvullingsregeling wordt voorgeschreven op welke wijze dat optellen moet worden uitgevoerd.

Bepaling geluidaandachtsgebied

Deze Aanvullingsregeling bevat rekenregels voor de bepaling van de geluidaandachtsgebieden.

Aanleveren gegevens geluidregister

Gegevens die in het geluidregister geregistreerd moeten worden, moeten op grond van het Omgevingsbesluit aangeleverd worden aan de Minister die het geluidregister beheert. In de regeling is geregeld dat de gegevens moeten worden aangeleverd met het Informatiemodel Geluid. Hiervoor wordt een Centrale voorziening geluidgegevens (Cvgg) ontwikkeld, waarin deze gegevens worden ontsloten. De Cvgg is een informatieproduct dat op termijn aangesloten zou kunnen worden op het Digitaal Stelsel Omgevingswet.

Beperken van onderzoeks- en uitvoeringslasten

Deze aanvullingsregeling bepaalt voor specifieke situaties in welk deel van het geluidaandachtsgebied het geluid op geluidgevoelige gebouwen onderzocht moet worden. Dergelijke situaties zijn bijvoorbeeld het wijzigen van een of meer geluidproductieplafonds als omgevingswaarden. Daarbij mag op grond van het Besluit kwaliteit leefomgeving het geluid op geluidgevoelige gebouwen binnen het geluidaandachtsgebied bepaalde waarden niet overschrijden. Om te voorkomen dat bijvoorbeeld voor een wijziging van een geluidproductieplafond bij de A2 in Amsterdam een geluidgevoelig gebouw langs de A2 in Maastricht betrokken moet worden, is in de Aanvullingsregeling bepaald hoe een afbakening van het te onderzoeken gebied gemaakt wordt. Dat onderzoeksgebied is een gedeelte van het geluidaandachtsgebied van de betreffende geluidbronsoort. Bij het bepalen van de financiële doelmatigheid van geluidbeperkende maatregelen bij rijkswegen en hoofdspoorwegen moeten alle geluidgevoelige gebouwen worden beschouwd waarop het geluid naar verwachting hoger is dan de standaardwaarde in de situatie zonder maatregelen. In een dergelijke situatie kan het onderzoeksgebied zich ook uitstrekken buiten het geluidaandachtsgebied.

2.4 Hoofdkeuzes voor de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet

In deze aanvullingsregeling zijn nieuwe geactualiseerde meet- en rekenmethoden opgenomen voor het geluid van wegen, spoorwegen en industrie. Voor wegen en spoorwegen zijn de nieuwe methoden gebaseerd op de meet- en rekenvoorschriften die waren opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. De voorschriften zijn aangepast op het nieuwe systeem. Dat betreft bijvoorbeeld de aftrek voor het stiller worden van het wegverkeer (artikel 110g Wet geluidhinder) die is komen te vervallen. Een andere wijziging is het optellen van het geluid van verschillende wegen tot één maatgevende geluidbelasting. Dit is in lijn met hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer, maar is nieuw voor provinciale wegen en gemeentelijke wegen. Voor lokale spoorwegen worden emissiekentallen voor nieuwe voertuigcategorieën toegevoegd.

Ook zijn nog andere wijzigingen in de nieuwe meet- en rekenmethode voor het geluid van wegen en spoorwegen doorgevoerd, die ten doel hebben om beter aan te sluiten op de systematiek van de Omgevingswet en de meet- en rekenmethode te actualiseren op basis van huidige inzichten. Deze wijzigingen worden nader besproken in hoofdstuk 4.

De nieuwe meet- en rekenmethode geluid industrie is voor een groot deel gebaseerd op de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. Deze meet- en rekenmethode kent echter een nieuwe opzet en indeling die beter aansluit bij de systematiek van de Omgevingswet. Daarnaast vindt de beoordeling van het geluid niet meer plaats per inrichting, maar per milieubelastende activiteit of activiteiten. In artikel 5.58 van het Besluit kwaliteit leefomgeving is geregeld in welke gevallen bij de beoordeling van geluid meerdere activiteiten als één activiteit worden beschouwd. Alle overwegingen en richtlijnen die waren opgenomen in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai betreffende vergunningverlening krachtens de Wet milieubeheer en/of zonering krachtens de Wet geluidhinder zijn uit deze nieuwe meet- en rekenmethode verwijderd. Daarnaast wordt in deze nieuwe meet- en rekenmethode naast een representatieve bedrijfssituatie (RBS) van activiteiten tevens een uitzonderlijke bedrijfssituatie (UBS) en jaargemiddelde bedrijfssituatie (JBS) van activiteiten gedefinieerd. Op basis van deze JBS kan het geluid van industrieterreinen worden berekend in L_{den} en L_{night}.

Voor de bepaling van het geluid op geluidreferentiepunten worden geen omgevingsfactoren meegenomen. Dit betekent dat er geen geluidbeperkende werken of bouwwerken, met uitzondering van bij de bron behorende geluidbeperkende werken of bouwwerken zoals deze zijn opgenomen in het geluidregister, worden meegenomen bij de bepaling van het geluid. Ook voor industrieterrein worden uitsluitend geluidbeperkende werken of bouwwerken meegenomen die zijn gelegen op het industrieterrein. Ook moet bij de bepaling van het geluid op geluidreferentiepunten worden uitgegaan van een akoestisch zachte bodem, behoudens de verharding van de weg of de verharding die op het industrieterrein is gehanteerd. Ook wordt in de Aanvullingsregeling voorgeschreven op welke wijze reflecties van geluidschermen en geluidwallen langs wegen qua absorptiespectrum moeten worden vereenvoudigd.

Voor het bepalen van de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie is gekozen om deze te bepalen overeenkomstig het geluidemissiegetal L_E voor wegverkeer volgens de meet- en rekenmethode geluid wegen of overeenkomstig het geluidemissiegetal L_E voor spoorverkeer volgens de meet- en rekenmethode geluid spoorwegen. Bij de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie voor wegverkeer wordt geen rekening gehouden met de hellingcorrectie C_H. In een lokaal spoor dat is gebundeld en verweven met een weg kan het bevoegd gezag de geluidemissie in L_{den} van de weg vaststellen inclusief de geluidemissie van het lokale spoor. In een dergelijke situatie worden beide geluidemissies in L_{den} bij elkaar opgeteld.

De financiële doelmatigheid van geluidbeperkende maatregelen voor rijkswegen en hoofdspoorwegen wordt bepaald aan de hand van maatregelpunten per geluidbeperkende maatregel en reductiepunten. De reductiepunten zijn opgenomen in bijlage Va bij het Besluit kwaliteit leefomgeving. De maatregelpunten worden in deze Aanvullingsregeling opgenomen. De maatregelpunten zijn hierbij per maatregel gebaseerd op de gemiddelde kosten uit het verleden voor een dergelijke maatregel. Daarbij is rekening gehouden met de voorbereiding van de maatregel en de begeleiding van en het toezicht op de aanleg van de maatregel, de totale bouw- en aanlegkosten van de maatregel, inclusief direct daaraan gerelateerde posten zoals verkeersvoorzieningen en veiligheidsmaatregelen en daarnaast (jaarlijks) beheer, onderhoud en noodzakelijke vervanging gedurende een periode van 30 jaar. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van ervaringsgetallen die gegeneraliseerd zijn. Hierdoor zullen de gehanteerde maatregelpunten in gemiddelde situaties overeenkomen met de werkelijk benodigde investeringen over een periode van 30 jaar, maar zullen specifieke ramingen van de kosten voor een maatregel altijd afwijken.

In de regeling is bepaald hoe het gecumuleerde geluid berekend wordt. De rekenmethode is verplaatst van bijlage XXVI naar artikel 3.25 van de Omgevingsregeling. Bij de omrekening van het geluid naar een geluidbelasting door wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt is gebruik gemaakt van een actuelere

dosis-effect relatie voor luchtvaartgeluid. Ook een omrekening voor het geluid van schietbanen is toegevoegd. Voor de omrekening van de bronsoorten spoorverkeer, industrie en windturbines is gebruik gemaakt van de bestaande dosis-effect relatie (Miedema-curves)[3] waarbij gebruik is gemaakt van een kwadratisch verband in plaats van het lineaire verband dat in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 was gebruikt.

Het gezamenlijke geluid wordt in eerste aanleg bepaald door het optellen van de eengetalswaarden in L_{den} van de verschillende geluidbronsoorten en overige geluidbronnen. Bij de bepaling van de benodigde geluidwering van een gevel moet hierbij gebruik worden gemaakt van de standaard geluidspectra zoals deze zijn opgenomen in ISO 717-1. In specifieke situaties waarbij het gezamenlijke geluid in belangrijke mate wordt bepaald door een geluidbron met een sterk afwijkend spectrum (bijvoorbeeld bij trafogeluid of spoorverkeer met weinig goederentreinen) kan gebruik worden gemaakt van de mogelijkheid om een ander spectrum dan het standaard spectrum te gebruiken bij de bepaling van de benodigde geluidwering.

3 WEGWIJS DOOR DEZE REGELING

3.1 Algemeen

Het belangrijkste onderdeel van de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet is het deel dat de Omgevingsregeling wijzigt (artikel 1.1 van hoofdstuk 1). Er zijn artikelen toegevoegd en gewijzigd waarmee het Besluit kwaliteit leefomgeving, zoals gewijzigd met het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet, nader wordt uitgewerkt. Ook is een aantal bijlagen toegevoegd, vooral met rekenmethoden voor het bepalen van geluid. In tabel 3.2 in paragraaf 3.2 is per hoofdstuk van de Omgevingsregeling aangegeven om welke toevoegingen en wijzigingen het gaat.

In hoofdstuk 2 van deze regeling worden enkele regelingen ingetrokken en hoofdstuk 3 bevat overgangsrecht, onder andere ter nadere uitwerking van het overgangsrecht uit de Aanvullingswet geluid Omgevingswet.

3.2 Regels over aspecten in de Omgevingsregeling

In tabel 3.2 wordt per hoofdstuk van de Omgevingsregeling aangegeven wat de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet toevoegt aan en wijzigt in de Omgevingsregeling.

Tabel 3.2 Geluid in de Omgevingsregeling met de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet

Hoofdstuk	Wat wordt geregeld	Meet- en rekenmethode	Waar?
2 Locaties	Aanwijzing rijkswegen en hoofdspoorwegen		§ 2.3.3 en 2.3.4
3 Beheer van de fysieke leefomgeving	Bepalen van het geluid van wegen, spoorwegen en industrieterreinen	Bijlagen IVc tot en met IVj (geluidaandachtsgebieden, wegen, spoorwegen, industrieterreinen, geluidproductieplafonds als omgevingswaarden en maatregelpunten)	Afdeling 3.1
8 Instructieregels over programma's, omgevingsplannen, waterschapsverordeningen en omgevingsverordeningen	Toepassingsbereik uitgebreid naar activiteiten op een industrieterrein. Op het bepalen van het geluid van wegen, spoorwegen en industrieterreinen in het kader van hoofdstuk 8, zijn de meet- en rekenregels uit hoofdstuk 3 van toepassing.	Bijlagen IVc tot en met IVj (geluidaandachtsgebieden, wegen, spoorwegen, industrieterreinen, geluidproductieplafonds als omgevingswaarden en maatregelpunten)	§ 8.2.3.2
12 Monitoring en Informatie	Wijze van monitoring van de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden en de basisgeluidemissie Leveren gegevens voor geluidregister	Bijlagen IVc tot en met IVj (geluidaandachtsgebieden, wegen, spoorwegen, industrieterreinen, geluidproductieplafonds as omgevingswaarden en maatregelpunten) Bijlage IVd (berekenen van de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie)	§ 12.2.4.1
17 Overgangsrecht	Formulier voor de lijst met te saneren gebouwen	–	Hoofdstuk 17
Bijlagen	Toevoegen begrippen in bijlage I		bijlagen

[3] Miedema en Oudshoorn (2001).

Hoofdstuk	Wat wordt geregeld	Meet- en rekenmethode	Waar?
	Wijziging bijlage II (schrappen Handleiding meten en rekenen industrielawaai) Toevoegen bijlagen voor het aanwijzen van wegen en industrieterreinen en rekenmethoden. Verwijderen bijlage gecumuleerd geluid		

4 INHOUD VAN DE AANVULLINGSREGELING GELUID

Aanwijzing rijkswegen en hoofdspoorwegen

De aanvullingsregeling geluid wijst de rijkswegen en de hoofdspoorwegen aan waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden worden vastgesteld. Bijlage IVa bij de Omgevingsregeling bevat de rijkswegen. De hoofdspoorwegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden moeten worden vastgesteld, worden aangewezen in bijlage IVb bij de Omgevingsregeling. Alle aangewezen hoofdspoorwegen zijn in beheer bij ProRail. Daarnaast is ten opzichte van de oude situatie, waarin de spoorwegen werden aangewezen in de Regeling geluidplafondkaart milieubeheer, een aantal spoorlijnen toegevoegd als hoofdspoorweg. Een voorbeeld hiervan is de spoorlijn Apeldoorn – Apeldoorn Zuid.

Bepalen geluidaandachtsgebied voor wegen, spoorwegen en industrieterreinen

Het bepalen van het geluidaandachtsgebied is een nieuw onderdeel. Het geluidaandachtsgebied komt in de plaats van de voormalige geluidzones voor wegen en spoorwegen. Het geluidaandachtsgebied is een gebied waarbinnen de kans bestaat dat er een standaardwaarde wordt overschreden. Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied wordt uitgegaan van een worst case benadering, zodat zeker is dat alle gebouwen waar de standaardwaarden mogelijk worden overschreden, worden meegenomen in het onderzoek. Dit houdt in dat het alsnog mogelijk is dat bij realisatie van een geluidgevoelig gebouw binnen het geluidaandachtsgebied de standaardwaarde niet wordt overschreden.

Het geluidaandachtsgebied wordt bepaald op basis van de geluidcontour van de standaardwaarde in plaats van een bepaling op vaste afstanden zoals de geluidzones onder Wet geluidhinder. De rekenmethode om het geluidaandachtsgebied te bepalen is beschreven in bijlage IVc bij de Omgevingsregeling. Voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied wordt gebruikt gemaakt van de geluidbrongegevens. Bij de berekening van het geluidaandachtsgebied (de geluidcontour van de standaardwaarde) voor een industrieterrein en wegen en spoorwegen zonder geluidproductieplafonds als omgevingswaarden wordt uitgegaan van akoestisch harde bodem (worst case benadering), met uitzondering van de bodemgebieden die binnen een industrieterrein zijn gelegen, deze bodemgebieden zijn onderdeel van de geluidbrongegevens en worden wel betrokken bij de bepaling van het geluidaandachtsgebied van een industrieterrein. Voor het bepalen van het geluidaandachtsgebied voor wegen en spoorwegen met geluidproductieplafonds als omgevingswaarden wordt uitgegaan van een half harde bodem (akoestische absorptiefractie van 0,5). Uit een impactanalyse is gebleken dat dit voor deze geluidbronnen ook een worst case benadering is. Bij de bepaling van het geluidaandachtsgebied worden geluidbeperkende werken of bouwwerken alleen in beschouwing genomen als ze zijn geplaatst om het geluid op geluidgevoelige gebouwen te beperken.

De verwachting is dat het geluidaandachtsgebied voor rijkswegen op veel plaatsen groter wordt dan de geluidzones. Lokaal kan het geluidaandachtsgebied ook kleiner worden omdat geluidbeperkende maatregelen uit de geluidbrongegevens meegenomen worden. Voor industrieterreinen is de verwachting dat het geluidaandachtsgebied in de meeste situaties kleiner of gelijk zal zijn aan de geluidzone uit de Wet geluidhinder. Voor kleinere industrieterreinen is het mogelijk dat het geluidaandachtsgebied iets groter zal zijn dan de oude geluidzone, als gevolg van het feit dat het geluidaandachtsgebied wordt bepaald op basis van de geluidcontour op een hoogte van 30 m en de zones onder de Wet geluidhinder werden gebaseerd op een hoogte van 5 m. Door uit te gaan van een hoogte van 30 m wordt gewaarborgd dat buiten het geluidaandachtsgebied altijd voldaan wordt aan de standaardwaarde. Dit is met name van belang om te voorkomen dat de standaardwaarde wordt overschreden op hoge gebouwen buiten het geluidaandachtsgebied.

Bepalen van geluid van wegen en spoorwegen

In de Aanvullingsregeling zijn voor weg- en spoorverkeer nieuwe meet- en rekenmethoden opgenomen, die gebaseerd zijn op de meet- en rekenregels zoals die waren opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. De voorschriften zijn aangepast op het nieuwe systeem. Dat betreft bijvoorbeeld het optellen

van het geluid van verschillende wegen tot één maatgevende geluidbelasting. Dit is in lijn met hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer, maar is nieuw voor provinciale wegen en gemeentewegen. Voor lokale spoorwegen worden emissiekentallen voor nieuwe voertuigcategorieën toegevoegd.

Ook zijn wijzigingen in de nieuwe meet- en rekenmethoden geluid wegen en spoorwegen doorgevoerd, die ten doel hebben om beter aan te sluiten op de systematiek van de Omgevingswet en de meet- en rekenmethode te actualiseren op basis van huidige inzichten. Het gaat onder andere om de volgende wijzigingen:

- Standaardrekenmethode 1 is verwijderd. De Standaardrekenmethode 1 was een eenvoudige methodiek om een geluidbelasting te berekenen. Deze methode kende echter een beperkt toepassingsgebied en gaf geen spectrale informatie over het geluid. Deze werd in de praktijk dan ook niet zoveel meer toegepast.
- Voor de meetmethode van de geluidemissie voor zowel wegen als spoorwegen is aansluiting gezocht bij de ISO 1996-2:2017.
- De meteocorrectie is aangepast door een windrichtingafhankelijke meteocorrectie toe te passen. De voormalige meteocorrectie hield geen rekening met de overheersende windrichting. De nieuwe meteocorrectie is gebaseerd op de rekenmethode zoals deze ook wordt toegepast in het Europese rekenmodel CNOSSOS-EU houdt hiermee wel rekening. Gemiddeld over de windrichtingen en etmaalperioden is de meteocorrectie gelijk gebleven.
- De geluidafschermende werking van geluidschermen is uitgebreid met de mogelijkheid om ook het effect van hellende schermen te kunnen meenemen. De geluidafschermende werking van deze hellende schermen is gevalideerd met analyses met geavanceerde rekenmodellen.
- Bij de correctie voor het wegdektype bij meet- en rekenmethode geluid wegen (C_{wegdek}) is gewijzigd. Als er geen verouderingswaarde C_{tijd} is gemeten wordt in de nieuwe meet- en rekenmethode de eindwaarde van een standaard wegdek gebruikt voor het bepalen van een C_{tijd} van een product.
- Op grond van artikel 3.24, tweede lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving wordt bij het bepalen van het geluid van een hoofdspoorweg ook het geluid van spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen betrokken. Het geluid van rijdende spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen kan met de meet- en rekenmethode geluid spoorwegen worden berekend. Het geluid van stilstaande spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen (het zogenaamde overstandgeluid, bestaande uit het geluid van verwarmings- en airconditioningsinstallaties, compressoren, statische omvormers, motorgeneratoren en dergelijke) kan echter niet met deze methode worden berekend. In de Aanvullingsregeling geluid is voorgeschreven dat dit geluid moet worden bepaald conform de meet- en rekenmethode geluid industrie, waarbij ook is aangegeven op welke wijze beide geluidbelastingen moeten worden opgeteld om het geluid van een hoofdspoorweg te bepalen.

Bepalen geluid op een geluidreferentiepunt

Bijlage IVg bij de Omgevingsregeling gaat over het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt. Berekeningen voor het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt worden uitgevoerd volgens bijlage IVe voor wegen, IVf voor spoorwegen en IVh voor industrie, aangevuld met aanvullingen en afwijkingen die in bijlage IVg zijn opgenomen. Zo moet voor de indeling van de sectoren worden uitgegaan van een vaste openingshoek van 2° en is er voor wegen en spoorwegen een maximale rekenafstand van 1.000 meter opgenomen voor de afstand tussen rijlijnsegmenten of bronlijnsegmenten en geluidreferentiepunt. Voor industrieterreinen geldt er geen maximale rekenafstand. Ook wordt in de berekening uitgegaan van maximaal 1 reflectie en wordt er een vereenvoudiging toegepast bij reflecties tegen geluidschermen en geluidwallen langs wegen. Het geluid op een geluidreferentiepunt wordt berekend met een bodemdemping van een akoestisch zachte bodem, behoudens de bodemgebieden die behoren bij de geluidbrongegevens.

Bepalen geluid van industrie

In de Aanvullingsregeling is ook een vernieuwde meet- en rekenmethode geluid industrie opgenomen. Deze methode voorziet in het bepalen van het geluid van zowel afzonderlijke milieubelastende activiteiten die binnen of buiten een industrieterrein plaatsvinden, als voor het geluid van een industrieterrein. De nieuwe methode is gebaseerd op de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. Ten opzichte van deze handleiding zijn de volgende belangrijkste wijzigingen doorgevoerd:

- Hoofdstuk 4 behandelt de bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van activiteiten gebaseerd op een representatieve bedrijfssituatie (RBS) en een uitzonderlijke bedrijfssituatie (UBS). De uitzonderlijke bedrijfssituatie is een nieuwe term waar onder andere de incidentele bedrijfssituatie alsmede de regelmatige afwijking van de representatieve bedrijfssituatie valt.
- Hoofdstuk 5 behandelt de bepaling van de beoordelingsgrootheden voor het geluid van industrieterreinen, waarbij wordt uitgegaan van een jaargemiddelde bedrijfssituatie. Hierbij worden de voor industrielawaai nieuwe beoordelingsgrootheden L_{den} en L_{night} geïntroduceerd.

- In de handleiding was niet aangegeven hoe om te gaan met meervoudige reflecties. Hierin is nu voorzien.
- Bij de bepaling van toepassingen van een toeslag vanwege tonaal geluid wordt een kwantitatief hulpmiddel aangereikt in de vorm van ISO 1996-2:2017 bijlage J voor die situatie waarbij discussie ontstaat over de tonaliteit.
- Aanpassing van het bodemeffect in de situatie waarbij de bron en ontvanger zich op relatief korte afstand van elkaar bevinden ten opzichte van de bronhoogte en ontvangerhoogte.

Berekenen gecumuleerd geluid

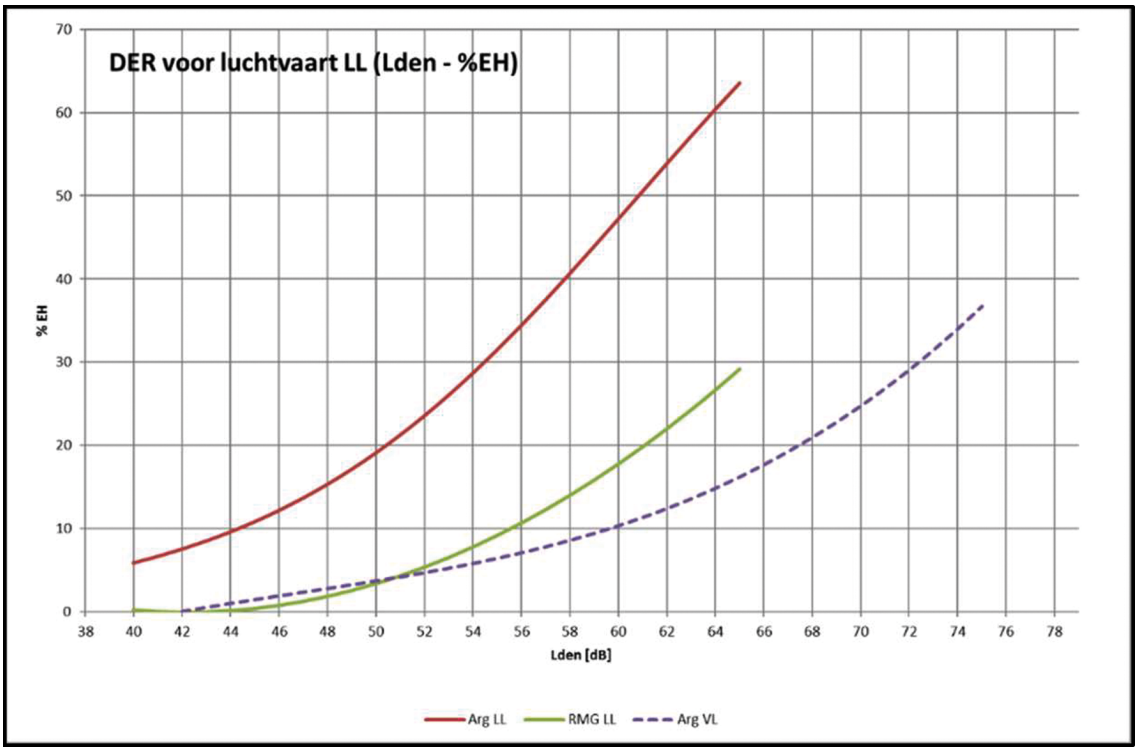
Het begrip 'gecumuleerd geluid' is gedefinieerd in bijlage I bij het Besluit kwaliteit leefomgeving. In die begripsbepaling wordt verwezen naar artikel 3.38 van dat besluit, in welk artikel is bepaald dat bij het vaststellen van een geluidproductieplafond dat leidt tot overschrijding van de hoogste waarde of de grenswaarde, de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid moet worden beoordeeld. De aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid moet op grond van de artikelen 5.78p, 5.78ac, van het Besluit kwaliteit leefomgeving ook worden beoordeeld bij overschrijding van de standaardwaarde of grenswaarde op geluidgevoelige gebouwen bij het in een omgevingsplan toelaten van de aanleg of een wijziging van een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg of de wijziging van het gebruik van een lokale spoorweg en bij het toelaten van een nieuw geluidgevoelig gebouw, al dan niet door functiewijziging. Tot slot moet het gecumuleerde geluid op grond van artikel 5.78af, vijfde lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving worden beoordeeld bij het in een omgevingsplan toelaten van een toename van de verkeersintensiteit op een weg of spoorweg waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden hoeven te worden vastgesteld, waardoor het geluid met meer dan 1,5 dB toeneemt. Het gecumuleerde geluid is volgens het tweede lid van artikel 3.38 van het Besluit kwaliteit leefomgeving het volgens bij ministeriële regeling gestelde regels bepaalde geluid van geluidbronsoorten en andere geluidbronnen tegelijk, opgeteld met correctie voor de verschillen in hinderlijkheid. Het gecumuleerde geluid is een jaargemiddelde geluidbelasting.

Voor de correctie voor de verschillen in hinderlijkheid wordt voor de meeste geluidbronnen gebruik gemaakt van bestaande dosis-effectrelaties en voor luchtvaart vanaf een bij ministerieel besluit te bepalen tijdstip van een geactualiseerde dosis-effectrelatie.

Gecumuleerd geluid en luchtvaart

Bij de correctie voor verschillen in hinderlijkheid zal vanaf een nader te bepalen tijdstip voor luchtvaart gebruik worden gemaakt van een geactualiseerde dosis-effectrelatie. Dit heeft tot gevolg dat het geluid van luchtvaart zwaarder mee gaat wegen in het gecumuleerde geluid dan bij toepassing van de oude dosis-effectrelatie voor het geluid van luchtvaart.

Achtergrond hiervan is dat in deze geactualiseerde dosis-effectrelatie, de zogenoemde Schiphol-curve uit 2002, tot uitdrukking komt dat bij met name hogere geluidniveaus als gevolg van luchtvaart sprake is van een aanmerkelijk hoger percentage ernstige hinder dan voordien werd aangenomen. Deze figuur illustreert dat:



Figuur 1: Dosis-effectrelaties

Arg LL = Schipholrelatie in Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet
RMG LL = dosis-effectrelatie luchtvaart in Reken- en meetvoorschrift geluid 2012
Arg VL = dosis-effectrelatie wegverkeer

Met deze actualisatie van de dosis-effectrelatie voor luchtvaart worden de rekenregels voor het betrekken van luchtvaartgeluid bij het beoordelen van cumulatie van geluid als onderdeel van ruimtelijke besluitvorming, in lijn gebracht met de rekenregels die gelden voor de besluitvorming over de luchthaven zelf, met toepassing van de sectorale wet- en regelgeving over luchtvaart. Het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 onder de Wet geluidhinder bevatte nog de verouderde dosis-effectrelatie die eveneens in voorgaande figuur is weergegeven. De formule uit het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 is nu opgenomen in artikel 17.3 en zal op grond van dat artikel gebruikt worden tot het bij ministerieel besluit nog te bepalen tijdstip waarop de geactualiseerde rekenformule uit artikel 3.25, derde lid, gaat gelden.

In het tweede lid van artikel 3.25 is daarnaast geregeld hoe het geluid door spoorverkeer, industrie, schietbanen en windturbines bij het berekenen van het gecumuleerde geluid wordt omgerekend naar een vergelijkbare mate van hinderlijkheid van het geluid door wegverkeer. Omdat luchtvaartgeluid als hinderlijker wordt ervaren dan wegverkeersgeluid, leidt de invoer van een bepaald aantal decibellen luchtvaartgeluid in de rekenregels met de geactualiseerde formule tot een hoger gelijkhinderlijk aantal decibellen verkeersgeluid als uitkomst.

Ter illustratie enkele rekenvoorbeelden met toepassing van de formule uit artikel 3.25, derde lid:
$L^*_{LL} = -0{,}0095 \cdot L^2_{LL} + 2{,}165 \cdot L_{LL} - 17{,}489$

- qua hinderlijkheid is 48 dB L_{den} luchtvaartgeluid vergelijkbaar met ca. 64 dB L_{den} wegverkeersgeluid;
- qua hinderlijkheid is 50 dB L_{den} luchtvaartgeluid vergelijkbaar met ca. 67 dB L_{den} wegverkeersgeluid;
- qua hinderlijkheid is 55 dB L_{den} luchtvaartgeluid vergelijkbaar met ca. 73 dB L_{den} wegverkeersgeluid.

Door het verwerken van de Schiphol-curve in bovenstaande formule uit artikel 3.25, derde lid, leidt de Aanvullingsregeling geluid onder gelijke omstandigheden tot hogere uitkomsten voor het gecumuleerde geluid dan de eerdere rekenregels voor cumulatie van geluid uit het RMG 2012, die onder de Wet geluidhinder werden toegepast en die de hinderlijkheid van het luchtvaartgeluid en het aandeel daarvan in het gecumuleerde geluid zoals gezegd onderschatten.

Afgezien van deze wijziging is de werkwijze – inclusief het omrekenen naar een gelijke mate van hinderlijkheid van wegverkeer – identiek aan die onder de Wet geluidhinder (artikel 110a, zesde lid). Ook onder

de Omgevingswet gelden voor de beoordeling van het gecumuleerde geluid geen standaard- of grenswaarden, dus geen normen. Wel moet het bevoegd gezag de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluidniveau beoordelen in relatie tot de ontwikkeling die met het voorgenomen besluit mogelijk wordt gemaakt en de omstandigheden en belangen die daarmee gemoeid zijn.

Bij de afweging of sprake is van een aanvaardbare situatie spelen naast geluid ook andere omstandigheden en belangen een rol. De afweging die gemaakt moet worden speelt zich af op het complexe snijvlak van belangen van hinder en gezondheid, woningbouw, economie en mobiliteit, waaronder luchtvaart.

Doordat het gecumuleerde geluid niet genormeerd is, leidt een hoog gecumuleerd geluidniveau als zodanig niet tot een belemmering voor bijvoorbeeld het toelaten van geluidgevoelige gebouwen. Ook bij een hoog gecumuleerd geluidniveau kan het bevoegd gezag de concrete situatie, gelet op andere omstandigheden en belangen, aanvaardbaar vinden.

Als er bijvoorbeeld in een regio sprake is van een aanzienlijke woningbouwopgave, kan dat belang ertoe leiden dat ook woningen toegelaten worden op locaties die vanuit een oogpunt van geluidhinder niet het meest geschikt zijn, maar om andere redenen – bijvoorbeeld de vraag naar woningen in een specifieke gemeente, een goede ontsluiting per openbaar vervoer, de nabijheid van allerlei voorzieningen of het tegengaan van verpaupering en het verbeteren van de leefbaarheid – juist wel. Dit vraagt om een lokale afweging. Het woningbouwbelang, in combinatie met dergelijke andere redenen, kan ertoe leiden dat het bevoegd gezag het toelaten van woningen op een locatie aanvaardbaar acht, ook als sprake is van een hoog gecumuleerd geluidniveau. Die andere belangen wegen dan zwaarder.

Er zijn situaties waarin al voor inwerkingtreding van de Omgevingswet, dus voor de actualisering van de rekenregels voor gecumuleerd geluid, een eerste selectie van woningbouwlocaties is gemaakt en in beleid is vastgelegd, maar waarover de concrete ruimtelijke besluitvorming in een bestemmingsplan nog niet heeft plaatsgevonden. Als die besluitvorming onder de Omgevingswet alsnog plaatsvindt, kan het met name in dergelijke situaties zinvol zijn om in de afweging ook de omstandigheid te betrekken dat de geactualiseerde rekenregels weliswaar een andere, negatievere uitkomst geven dan voorheen de oude rekenregels, maar dat de feitelijke omstandigheden niet gewijzigd zijn.

Als het toelaten van woningbouw of andere geluidgevoelige gebouwen wordt overwogen op een locatie met een hoog gecumuleerd geluidniveau kan de aanvaardbaarheid daarvan worden bevorderd met een daarop toegesneden stedenbouwkundig en architectonisch ontwerp. Met weloverwogen keuzes over de situering en vormgeving van de bebouwing kan de blootstelling van bewoners aan geluid worden verminderd. Bij dergelijk 'geluidadaptief bouwen' kunnen met aspecten als de te gebruiken gevelmaterialen en de indeling van gebouwen, stillere ruimten in gebouwen en relatief geluidluwe zones rond gebouwen gecreëerd worden. Dit zorgt ervoor dat mensen minder worden blootgesteld aan hoge geluidniveaus, waardoor zij minder hinder en slaapverstoring ervaren, wat een positief effect op de gezondheid heeft.

Met de Aanvullingsregeling geluid wordt in de rekenregels voor gecumuleerd geluid de dosis-effectrelatie voor luchtvaartgeluid geactualiseerd door de dosis-effectrelatie op te nemen die voortvloeide uit de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol 2002. Hoewel niet erg recent, is dit wel de huidige stand der techniek op dit gebied, die ook wordt gebruikt in het luchtvaartbeleid rondom Schiphol en de andere luchthavens van nationale betekenis. Daarmee sluiten de inzichten over de mate van ernstige hinder als gevolg van luchtvaartgeluid die worden gebruikt bij zowel ruimtelijke besluitvorming als besluitvorming over luchtvaart nu – anders dan onder de Wet geluidhinder – goed op elkaar aan.

Als recentere onderzoeken op termijn eventueel leiden tot nieuwe inzichten over de mate van hinder die wordt ondervonden van luchtvaartgeluid, dan kan dat er uiteraard toe leiden dat ook de dosis-effectrelatie in de rekenregels voor gecumuleerd geluid wordt aangepast. Dat gebeurt dan niet los van een vergelijkbare wijziging in de regelgeving over luchtvaart, zodat de beschreven aansluiting tussen ruimtelijke besluitvorming en de besluitvorming over luchtvaart in stand blijft.

Impactanalyse en overgangsbepaling gecumuleerd geluid en luchtvaart

Omdat in de consultatie over de ontwerp-Aanvullingsregeling reacties zijn gegeven over mogelijke consequenties voor onder andere woningbouw en infrastructuurprojecten van de actualisering van de dosis-effectrelatie voor luchtvaartgeluid, is bestuurlijk afgesproken hiernaar eerst een nadere impactanalyse uit te voeren. Samen met de bestuurlijke partners worden de resultaten daarvan gewogen voordat een definitief besluit wordt genomen. Zo nodig zal regelgeving worden aangepast. Om ruimte te bieden voor dit gezamenlijke proces, is voorzien in een overgangsbepaling met de niet-geactualiseerde rekenformule voor luchtvaartgeluid uit het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 onder de Wet geluidhinder. Deze niet-geactualiseerde rekenformule blijft vooralsnog gelden.

Berekenen gezamenlijk geluid

In artikel 3.39 Bkl is bepaald dat bij overschrijding van de hoogste waarde of de grenswaarde bij het vaststellen van een geluidproductieplafond, het gezamenlijke geluid op de gevel van geluidgevoelige gebouwen bepaald moet worden. Het gezamenlijke geluid moet op grond van artikel 5.78ad Bkl ook bepaald worden bij overschrijding van de standaardwaarde of grenswaarde op geluidgevoelige gebouwen, bij het in een omgevingsplan toelaten van een geluidgevoelig gebouw, al dan niet door functiewijziging. Het gezamenlijke geluid is volgens het tweede lid van artikel 3.39 Bkl het volgens bij ministeriële regeling gestelde regels bepaalde geluid van geluidbronsoorten en andere geluidbronnen tegelijk, opgeteld zonder correctie voor hinderlijkheid. In artikel 3.53 Bkl is bepaald dat het gezamenlijke geluid gebruikt moet worden bij de bepaling van de benodigde geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie van een geluidgevoelige ruimte.

Bij de bepaling van de karakteristieke geluidwering is het spectrum van het geluid van groot belang, omdat de geluidwering van een gevel sterk afhankelijk is van de frequentie van het geluid. Uit onderzoek naar het gezamenlijke geluid in diverse praktijksituaties is gebleken dat het gebruik van een standaardspectrum conform NEN 5077 in zeer veel gevallen een redelijk goede beschrijving van het daadwerkelijke spectrum van het gezamenlijke geluid geeft. Door het gebruik van een standaardspectrum conform NEN 5077 kan de onderzoeklast bij de bepaling van de karakteristieke geluidwering in belangrijke mate worden beperkt.

Er zijn evenwel situaties in de praktijk waarbij het gezamenlijk geluid door spectraal zeer specifieke geluidbronnen in belangrijke mate wordt veroorzaakt. In dergelijke situaties is het gebruik van een standaardspectrum geen goed uitgangspunt voor de bepaling van de karakteristieke geluidwering. Om die reden biedt deze Aanvullingsregeling de mogelijkheid om in dergelijke situaties het gezamenlijk geluid spectraal te bepalen en als uitgangspunt te gebruiken voor de bepaling van de karakteristieke geluidwering.

Geluidbrongegevens

Onder de Wet milieubeheer bestond al de verplichting voor rijkswegen en hoofdspoorwegen om de geluidbrongegevens aan te leveren in het geluidregister. Deze brongegevens zijn de basis voor de geldende geluidproductieplafonds en bevatten onder andere de ligging van de infrastructuur, verkeersgegevens, gegevens over het type wegdek, de plafondcorrectiewaarde en gegevens over geluidbeperkende werken of bouwwerken. De brongegevens zijn dan de basis van de beschrijving van de geluidbron.

De verplichting tot het aanleveren van geluidbrongegevens wordt nu uitgebreid. De aanvullingsregeling geluid beschrijft voor de volgende geluidbronnen wat de geluidbrongegevens zijn:
- rijkswegen en provinciale wegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld;
- provinciale wegen;
- spoorwegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld;
- gemeentewegen en waterschapswegen;
- spoorwegen waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld;
- industrieterreinen; en
- windturbines.

Monitoring geluidproductieplafonds

De methode voor het bepalen van de geluidproductieplafonds is iets gewijzigd ten opzichte van de bepalingsmethode uit het Reken en Meetvoorschrift geluid 2012: er is een maximale rekenafstand voor (spoor)wegen ingevoerd. In bijlage IVg bij de Omgevingsregeling is namelijk bepaald dat voor wegen en spoorwegen alleen rijlijnsegmenten of bronlijnsegmenten meegenomen hoeven te worden die gelegen zijn binnen 1 km van het te beschouwen geluidreferentiepunt. Hiermee wordt de onderzoeklast beperkt en wordt in de berekeningen voorkomen dat een wijziging in geluidbrongegevens tot effecten leidt op irreëel grote afstanden.

Naast de monitoring van geluidproductieplafonds van wegen en spoorwegen moeten ook de geluidproductieplafonds van industrieterreinen worden gemonitord. Dit gebeurt op vrijwel identieke wijze als voor wegen en spoorwegen. Bij industrieterreinen geldt er geen maximale rekenafstand. Dit betekent dat het gehele industrieterrein dat hoort bij het referentiepunt beschouwd moet worden.

Bepalen basisgeluidemissie en geluidemissie in L_{den}

De Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet voegt aan de Omgevingsregeling bepalingen toe over hoe de basisgeluidemissie en geluidemissie in L_{den} bepaald worden. Deze worden berekend volgens de reken-

regels uit Bijlage IVd bij de Omgevingsregeling. Om de onderzoeklast te beperken zijn er in het Besluit kwaliteit leefomgeving twee vuistregels toegevoegd. Zo mag voor wegen met een lage verkeersintensiteit (minder dan 4.500 voertuigen) het verschil tussen de geluidemissie in L_{den} en de basisgeluidemissie worden geschat. In de Omgevingsregeling is ingevuld hoe dit in zijn werk gaat. De tweede vuistregel is dat het verschil tussen de basisgeluidemissie en de geluidemissie in L_{den} niet bepaald hoeft te worden als onderbouwd kan worden dat de verkeersintensiteit voor de verschillende voertuigcategorieën ten opzichte van de verkeersintensiteiten waarmee de basisgeluidemissie bepaald is, niet meer is toegenomen dan 40%. Randvoorwaarde hierbij is dat de omstandigheden die relevant zijn voor de geluidemissie gelijk zijn gebleven of wat betreft het geluid beter zijn geworden, zoals het wegdektype, de verkeerssamenstelling en de maximumsnelheid. Een voorbeeld hiervan is wanneer de basisgeluidemissie berekend is met een elementenverharding en de elementenverharding is vervangen door een asfaltdeklaag, terwijl er niet meer verkeer is en ook de snelheid ongewijzigd is. Het spreekt dan voor zich dat de geluidemissie in L_{den} in dat geval niet hoger zal zijn dan de basisgeluidemissie.

Bepalen maatregelpunten

Bijlage IVj van de Omgevingsregeling beschrijft de geluidbeperkende maatregelen die binnen het doelmatigheidscriterium beschikbaar zijn. Voor elke geluidmaatregel wordt beschreven wat de maatregel kost, uitgedrukt in maatregelpunten, en wat de randvoorwaarden zijn voor toepassing van de maatregel. De gegevens zijn overgenomen uit de Regeling geluid milieubeheer. De randvoorwaarden die golden bij toepassing van artikel 11.56 van de Wet Milieubeheer blijven via het overgangsrecht van toepassing, omdat de autonome sanering voor rijkswegen en hoofdspoorwegen onder het oude recht uitgevoerd wordt.

5 EFFECTEN VAN DE REGELING

5.1 Algemeen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de effecten die deze aanvullingsregeling naar verwachting heeft.

Tijdens de consultatiefase is de aanvullingsregeling getoetst door de volgende instanties:
- Adviescollege toetsing regeldruk;
- Raad voor de Rechtspraak;
- Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State;
- Inspectie Leefomgeving en Transport;
- ProRail;
- Rijkswaterstaat.

In dit hoofdstuk zijn achtereenvolgens de volgende effecten beschreven: de financiële effecten, de effecten op het milieu, de effecten voor de rechtspraak, effecten op handhaving en uitvoering, en een samenvatting van de resultaten van de uitgevoerde Privacy Impact Assessment (PIA). Het volgende hoofdstuk geeft inzicht in de (bestuurlijke) consultatie.

5.2 Financiële effecten

5.2.1 Regeldruk en bestuurlijke lasten

Regeldruk

SIRA consulting heeft eerder onderzoek gedaan naar de financiële effecten van het Aanvullingsbesluit geluid. De conclusie uit dit onderzoek voor de regeldruk voor bedrijven is dat de regeldruk effecten voor bedrijven beperkt is. Dit geldt zowel voor de eenmalige als de structurele effecten.

In het kader van het onderzoek naar financiële effecten van de Aanvullingsregeling geluid zijn tussentijds voorlopige conclusies getrokken over de regeldrukeffecten voor burgers en bedrijven als gevolg van deze regeling. Verwacht wordt dat de Aanvullingsregeling geluid geen significante effecten heeft voor de regeldruk voor bedrijven en burgers. Het merendeel van de wijzigingen heeft namelijk betrekking op de werkwijze van overheden en niet op verplichtingen voor bedrijven of burgers.

Bestuurlijke lasten

Voor het bepalen van het effect van het Aanvullingsregeling op de bestuurlijke lasten van overheden gaat het vooral om een effect op de bestuurlijke lasten van gemeenten, provincies en waterschappen. De belangrijkste financiële effecten van het aanvullingsspoor geluid zijn onderzocht in het kader van het Aanvullingsbesluit geluid. Indien de resultaten van het aanvullende onderzoek met betrekking tot de Aanvul-

lingsregeling aanleiding geven tot nieuwe vragen, dan kan daarvoor aangesloten worden bij het bredere onderzoek dat vanuit het Rijk loopt naar de effecten van de invoering van het nieuwe stelsel.

5.2.2 Advies van het Adviescollege toetsing regeldruk (ATR)

Het Adviescollege toetsing en regeldruk heeft het dossier Aanvullingsregeling Geluid Omgevingswet niet geselecteerd voor een formeel advies aangezien er naar verwachting geen omvangrijke regeldrukeffecten aan de orde zijn als gevolg van de regeling.

De ambtelijke suggestie is gedaan om in de toelichting duidelijkheid te geven over de indirecte gevolgen van de wijzigingen voor burgers en bedrijven (bijvoorbeeld de ruimte voor bouwactiviteiten). Deze ambtelijke suggestie hangt samen met gewijzigde formules voor de bepaling van het gecumuleerd geluid en de gevolgen hiervan voor de woningbouw in het gebied rondom luchthavens. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 6.2.

5.3 Effect op de rechtspraak

Gelijktijdig met de internetconsultatie is advies gevraagd aan de Raad voor de Rechtspraak en de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

De Raad voor de rechtspraak verwijst in haar advies naar het eerdere advies van de Raad bij de Invoeringswet Omgevingswet. In dat advies is aangegeven dat verwacht wordt dat de Omgevingswet, de aanvullingswetten, de AMvB's en de Invoeringswet Omgevingswet substantiële werklastgevolgen hebben voor de rechtspraak. De Raad voor de rechtspraak verwacht naar aanleiding van deze Regeling geen substantiële wijzigingen in het aantal zaken en/of de complexiteit daarvan ten opzichte van deze eerdere werklastberekening.

De Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State geeft aan dat het concept van de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet voor een belangrijk deel voortbouwt op keuzes die in eerdere stadia van het totstandkomingstraject van de Omgevingswet zijn gemaakt. Het concept geeft de Afdeling geen aanleiding tot vragen of opmerkingen vanuit een oogpunt van rechtsbescherming of rechtspleging.

5.4 Effect op handhaafbaarheid en uitvoerbaarheid

Aan Rijkswaterstaat en ProRail is gevraagd een uitvoerbaarheidstoets uit te voeren, en aan de Inspectie Leefomgeving en Transport een toets naar handhaafbaarheid, uitvoerbaarheid en fraudebestendigheid. De resultaten van de toets van Rijkswaterstaat en ProRail zijn opgenomen in hoofdstuk 6. De Inspectie Leefomgeving en Transport heeft een aantal vragen gesteld ten behoeve van de uitvoering van haar taken, bijvoorbeeld het leveren van brongegevens en over de nieuwe situatie dat het geluid van stilstaande treinen op emplacementen bij het geluid van de hoofdspoorwegen wordt meegenomen. Enkele punten zijn verduidelijkt in de toelichting van de regeling.

5.5 Privacy Impact Assessment

Er worden in de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet geen regels gesteld die betrekking hebben op verwerkingen van persoonsgegevens of waaruit verwerkingen van persoonsgegevens voortvloeien. Om die reden is er geen Privacy Impact Assessment uitgevoerd.

6 TOTSTANDKOMING REGELING EN CONSULTATIE

6.1 Samen met de omgeving

Informele consultatie

Deze regeling geeft concrete invulling aan een aantal onderwerpen dat in de Omgevingswet en het Aanvullingsbesluit geluid benoemd is. Daarnaast was het nodig om een aantal bestaande meet- en rekenmethoden voor het nieuwe stelsel beschikbaar te maken. Bij het opstellen van de regeling is daarom nauw samengewerkt met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), waar de expertise aanwezig is en waar ook de taak ligt voor het actueel houden van de meet- en rekenregels voor geluid. Vanuit die samenwerking is ook overleg gevoerd met de bestaande klankbordgroep waarin gebruikers van deze meet- en rekenregels vanuit (semi)overheid (Rijk, provincies, gemeenten, omgevingsdiensten, Rijkswaterstaat, ProRail, RIVM) en bedrijfsleven (ingenieursbureaus), alsook vertegenwoordigers van marktpartijen die rekensoftware bouwen en leveren, vertegenwoordigd zijn.

Bij de totstandkoming van deze regeling is er daarnaast overleg geweest met de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Unie van Waterschappen (UvW) en

met geluiddeskundigen van overheden, het bedrijfsleven en andere partijen uit de praktijk waaronder Rijkswaterstaat en ProRail. Dat geldt ook voor betrokkenen vanuit het bedrijfsleven (werkgroep geluid van VNO-NCW en MKB-Nederland). In verschillende sessies zijn conceptteksten van de regeling gedeeld en besproken, waarbij terugkoppeling ontvangen is vanuit de stakeholders. Dit proces heeft veel verbetervoorstellen opgeleverd waarmee de Aanvullingsregeling geluid robuuster en completer is geworden. Uiteraard zijn VNG, IPO, UvW en VNO-NCW en MKB Nederland – naast de in paragraaf 5.1 al genoemde instanties en organisaties – ook formeel gevraagd hun reactie op de Aanvullingsregeling geluid te geven.

Verder is er samenwerking geweest met het RIVM om een goede afstemming te verkrijgen tussen de Aanvullingsregeling geluid en het informatiemodel geluid voor de Centrale Voorziening Geluidgegevens (CVGG). Het RIVM werkt namelijk in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan de CVGG. Via deze voorziening worden geluidgegevens laagdrempelig en uniform beschikbaar gesteld. Er is afstemming geweest over het Informatiemodel van het CVGG en de brongegevens die in de Aanvullingsregeling worden benoemd. Naar verwachting komen relevante delen van de CVGG in de toekomst ook in het DSO.

Internetconsultatie en bestuurlijke consultatie

In de periode van 8 juni 2020 tot en met 20 juli 2020 heeft de internetconsultatie op de ontwerpregeling plaatsgevonden. In totaal hebben circa 65 organisaties en individuen gebruik gemaakt van de consultatiemogelijkheid, waaronder diverse gemeenten en omgevingsdiensten, havenbedrijven, (lokale) spoorvervoerders en de Nederlandse Stichting Geluidhinder.

Gelijktijdig met de internetconsultatie is de ontwerpregeling, gelet op de code Interbestuurlijke Verhoudingen, voorgelegd aan het IPO, de VNG en de UvW. Ook VNO-NCW en MKB-Nederland zijn gevraagd om te reageren op de ontwerpregeling. De ontwerpregeling is onderworpen aan een toets op administratieve en bestuurlijke lasten door het Adviescollege toetsing regeldruk, en op gevolgen voor de rechtspraak door de Raad voor de rechtspraak en de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. De Inspectie Leefomgeving en Transport is gevraagd het ontwerpbesluit te beoordelen op handhaafbaarheid en uitvoerbaarheid. Ten slotte is de ontwerpregeling op de uitvoerbaarheid getoetst door ProRail en Rijkswaterstaat. De resultaten van deze toetsen zijn al kort weergegeven in hoofdstuk 5.

De ontvangen reacties en toetsen zijn samen met de consultatiereacties bestudeerd. Een deel van de reacties heeft geen betrekking op de Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet, maar op het Aanvullingsbesluit geluid of de uitwerking van de sanering (relevant voor de nog op te stellen Subsidieregeling sanering verkeerslawaai Omgevingswet) of het nieuwe stelsel als geheel. Deze punten zijn in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten.

6.2 Centrale thema's in de internetconsultatie en bestuurlijke consultatie

Inleiding

De ontwerpregeling is overwegend positief ontvangen, ook omdat via de regeling een aantal zaken van het aanvullingsspoor nu concreet is ingevuld, wat de gebruikers inzicht geeft in de praktische kant van het aanvullingsspoor. De meeste punten uit de internet- en bestuurlijke consultatie gaan over specifieke en veelal technische aspecten, maar is er ook een aantal centrale thema's uit de consultatiereacties te destilleren. Voor zover deze centrale thema's ook voor de regeling relevant zijn, worden ze hieronder toegelicht.

Aanwijzing industriegebieden met zeehavengebonden activiteiten

De VNG en enkele andere partijen geven aan dat of op een industrieterrein zeehavengebonden activiteiten plaats kunnen vinden vooral een lokale afweging vraagt. De aanwijzing van deze gebieden kan volgens de VNG het beste in het omgevingsplan plaatsvinden. Diverse gemeenten en omgevingsdiensten, waaronder de Omgevingsdienst Zuidoost Brabant geven aan dat de gebieden op de kaarten niet duidelijk weergegeven zijn. Daarnaast geeft de gemeente Den Haag aan dat Scheveningen Haven ontbreekt en dat vanwege continuering van het bestemmingsplan deze toegevoegd moet worden.

Berekenen van het gecumuleerde geluid

De geactualiseerde dosis-effect relatie voor luchtvaart is gebaseerd op de zogenaamde Schipholcurve uit 2002. Daarmee wordt tot uitdrukking gebracht dat luchtvaartlawaai als hinderlijker wordt ervaren dan eerder werd aangenomen. De geactualiseerde rekenregel leidt in die gebieden waar luchtvaartlawaai relevant is tot een hoger berekend gecumuleerd geluidniveau dan de oude rekenregel. Naar aanleiding hiervan vraagt de Omgevingsdienst Midden- en West Brabant of deze relatie representatief is voor alle

luchthavens omdat er bij andere luchthavens kleinere vliegtuigen vliegen dan bij Schiphol. Veel gemeenten en omgevingsdiensten geven aan de aangepaste formules voor cumulatie gevolgen hebben voor de woningbouwopgave. Daarnaast wordt meermaals de vraag gesteld welke ruimte een gemeente nog heeft om te motiveren dat woningbouw aanvaardbaar is bij een kwalificatie van 'tamelijk slecht', 'slecht' of 'zeer slecht'. Diverse gemeenten en ook de VNG stellen dan ook voor de huidige cumulatieregels beleidsneutraal over te nemen en op dit moment geen actualisering voor de hinderlijkheid van luchtvaartlawaai door te voeren.

Ook VNO-NCW maakt zich zorgen over de mogelijkheden van woningbouw in de buurt van vliegvelden en vindt het noodzakelijk om die zorgen weg te nemen en zo de bouwers perspectief te bieden.

Verder benadrukt het IPO in het kader van consistentie en wederkerigheid in wet- en regelgeving, dat de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid ook door het Rijk moet worden afgewogen bij de ontwikkeling van de luchtvaartterreinen. Mede in deze context moet er voor worden gezorgd dat lopende voorbereidingen op ruimtelijke ontwikkelingen nabij luchtvaartterreinen via overgangsrecht veilig worden gesteld. Daarnaast vindt het IPO het zorgelijk dat voor een groot aantal luchthavens het inzicht in de huidige L_{den} contouren ontbreekt waardoor de impact van de regeling in de omgeving van deze luchthavens nog ongewis is.

Correctie voor stille banden en wegdektype

De zogenaamde 'stille banden aftrek' van artikel 3.5 uit het Reken- en Meetvoorschrift geluid 2012 is in de Omgevingsregeling gecontinueerd. Dit artikel is destijds opgenomen vanwege de verwachting dat het wegverkeer stiller zal worden. Het IPO geeft aan dat recente vergelijkingen tussen metingen en berekeningen laten zien dat de gemeten waarden 1 tot 2 dB hoger zijn dan de berekende waarden. Dit betekent volgens het IPO dat de bescherming van de burger onvoldoende gewaarborgd is.

Mede ten behoeve van de aanpassingen in de geluidwetgeving is aan het RIVM advies gevraagd over het behoud van de stille banden aftrek. Gebleken is namelijk dat de geluidemissie van vrachtwagens enigszins is afgenomen en die van personenwagens ongeveer gelijk is gebleven, waarmee de feitelijke reductie lager is dan de verwachte reductie waarop de aftrek is gebaseerd[4]. Het voortzetten van de verwachting dat voertuigen stiller worden lijkt volgens het IPO onhoudbaar en daarom geeft het IPO het advies om de aftrek uit de berekeningen te halen. Het RIVM geeft in het advies aan geen reden te zien om de aftrek te behouden, onder meer omdat er een trend is naar bredere en daardoor lawaaiiger banden.

Ook de Nederlandse Stichting Geluidshinder (NSG) en verschillende omgevingsdiensten vragen om de correctie voor stille banden uit de regeling te halen.

De VNG en de gemeente Utrecht hebben daarnaast specifieke vragen gesteld over de praktijk van het gebruik van specifieke wegdekproducten en de werking van de verschillende instrumenten in het nieuwe stelsel. Leidt wijziging van een product met iets andere eigenschappen niet heel snel tot een verplichting om geluidonderzoek te doen?

Waar het geluid wordt bepaald

Artikel 3.2 schrijft voor waar op de gevel van een geluidgevoelig gebouw het geluid moet worden bepaald. Rijkswaterstaat geeft aan dat het precies situeren van een waarneempunt op twee derde hoogte van de bouwlaag vaak lastig en tijdrovend is. ProRail geeft hierover aan dat dit niet is vast te stellen als de bouwlaag niet bekend is. De verwachting is dan ook dat door dit artikel de onderzoekslast zal toenemen. In de huidige praktijk worden waarneempunten op vaste hoogtes gelegd. De vraag wordt gesteld of dit straks nog steeds zou mogen. ProRail stelt daarnaast de vraag wat er wordt bedoeld met de term representatief.

Rijkswaterstaat benoemt nog een tweede nadeel met de bepaling uit artikel 3.2: voor woonwagens en ligplaatsen voor woonschepen is dezelfde waarneemhoogte voorgeschreven, terwijl in de praktijk in een Omgevingsplan zelden of nooit is aangegeven uit hoeveel bouwlagen een woonwagen of woonschip op een daarvoor bestemde standplaats of ligplaats mag bestaan. Daarnaast zal de hoogte van een bouwlaag van een woonschip ten opzichte van het maaiveld fluctueren, als gevolg van variaties in het waterpeil.

Herberekening geluidproductieplafonds

Rijkswaterstaat geeft aan dat voor het herberekenen van de geluidproductieplafonds de consequenties dusdanig hoog zijn dat voor Rijkswaterstaat het op een transparante en zorgvuldige manier beheren van

[4] 'Geluidmonitor 2018 – Nader onderzoek', RIVM 2019-0080.

het geluidregister niet zonder meer mogelijk is. Daarnaast voorziet ook ProRail voor projecten onder overgangsrecht uitvoerbaarheidsknelpunten in samenhang met de herberekening van de geluidproductieplafonds.

ProRail geeft verder aan dat bij het herberekenen de waarden van de geluidproductieplafonds kunnen wijzigen. Daarmee kan het zo zijn dat een geluidproductieplafond dat tot nu toe een waarde hoger dan 52,0 had, waar sinds 2012 de GPP niet is gewijzigd, na herberekening toch onder de 52,0 uitkomt. ProRail zou graag borgen dat het voor deze geluidproductieplafonds ook mogelijk wordt om de waarde op 52,0 te zetten, volgens de oorspronkelijke doelstelling van Wet milieubeheer, artikel 11.45, derde lid.

Voorzieningen voor trams in rekenmethode geluid spoorwegen

In bijlage IVf van deze regeling zijn voorzieningen getroffen voor het opnemen van trams en metro onder de rekenmethode geluid spoorwegen. Onder andere HTM en de gemeente Rotterdam geven aan dat volgens hen deze voorzieningen nog niet volledig zijn en dat uitbreiding noodzakelijk is. Zo stellen ze onder andere voor om de indeling in voertuigcategorieën, de type bovenbouw en het type wissels verder uit te breiden. Daarnaast wordt onder meer vanuit het IPO werkgroep geluid de vraag gesteld wie het initiatief gaan nemen om de emissiekentallen voor de nieuwe categorie trams vast te stellen.

Muziekgeluid

De Nederlands Stichting Geluidshinder geeft aan dat het schrappen van het niet toepassen van de bedrijfsduurcorrectie voor muziekgeluid leidt tot een sterke toename van de hinder voor burgers. Ook DCMR en meerdere omgevingsdiensten, waaronder de Omgevingsdienst Noord Holland Noord en de Omgevingsdienst Midden en West Brabant geven aan dat deze beleidswijziging zal leiden tot een lager beschermingsniveau en tot hogere lasten voor de handhaving.

Kruispuntcorrectie

Het IPO geeft in zijn reactie aan dat de bescherming van burgers langs provinciale wegen onvoldoende wordt gewaarborgd: bij bepaling van de GPP-waarden wordt namelijk geen rekening gehouden met hinderlijk optrekken bij kruisingen en rotondes. Hierdoor wordt de werkelijk ervaren hinder niet goed weergegeven. Het verzoek is om deze toeslagen wel mee te nemen.

Toepassingsbereik standaardmeetmethode voor geluid door wegen en spoorwegen

Bijlage IVe en bijlage IVf van de regeling bevatten een nieuwe methode voor het bepalen van de geluidbelasting met behulp van metingen. Voor ProRail, het Bureau Sanering Verkeerslawaai en de VNG is niet duidelijk wat het exacte toepassingsbereik is van de meetmethoden. DGMR is benieuwd hoe toepassing van de meetmethode en het traject voor goedkeuring van het gebruik in de praktijk er uit zal zien.

Begrenzing onderzoeksgebied

Op grond van artikel 3.24, derde lid, Bkl wordt bij het bepalen van het geluid door een weg of spoorweg het geluid door alle tot die geluidbronsoort behorende wegen of spoorwegen betrokken. Uit de reacties blijkt dat er zorgen bestaan of het onderzoeksgebied niet te groot wordt op deze wijze en hoe dit beperkt kan worden. Zo geeft de Omgevingsdienst Haaglanden het advies om een methode op te nemen hoe bepaald kan worden op welke geluidgevoelige gebouwen, waar de standaardwaarde verminderd met 10 dB, naar redelijke verwachting wordt overschreden bij wijziging van of aanleg van een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg.

Spoorwegemplacementen

Om te voorkomen dat het onduidelijk is welke sporen tot een spoorwegemplacement behoren, stellen ProRail en de Inspectie Leefomgeving en Transport voor dat spoorwegemplacementen worden aangewezen in deze regeling. Daarnaast blijkt uit diverse reacties dat het niet altijd duidelijk is welke rekenmethode gebruikt moet worden voor stilstaande treinen en voor overige activiteiten die op een emplacement plaatsvinden.

Laagfrequent geluid

De Stichting Laagfrequent geluid vraagt aandacht voor de gezondheidsproblematiek als gevolg van blootstelling aan laagfrequent geluid en is van mening dat laagfrequent geluid als onderwerp in de regeling zou moeten worden opgenomen. Meerdere particulieren hebben zich bij dit standpunt aangesloten.

Sanering geluid decentrale infrastructuur

Uit meerdere reacties blijkt dat er onduidelijkheid bestaat over de rekenmethode die gebruikt moet worden voor het in kaart brengen van de (nieuwe) saneringsvoorraad. Daarnaast zijn er diverse vragen gesteld die te maken met het traject tot de subsidieregeling, o.a. over het formulier dat daarvoor gebruikt moet worden.

Definities geluidbrongegevens

Een aantal reacties heeft betrekking op de definitie van de geluidbrongegevens in relatie met het DSO en de CVGG. Zo doet de Omgevingsdienst Haaglanden de suggestie om in de regeling op te nemen dat relevante gegevens van gebouwen, zoals het geluidniveau op de gevel dat hoort bij de waarde van het geluidproductieplafond, worden opgeslagen. Ook zijn er vragen om de informatie van 'transformatiewoningen' in het register op te nemen.

Reken- en meetmethode geluid industrie

In een aantal reacties wordt aandacht gevraagd voor verschillen tussen de (huidige) Handreiking Meten en Rekenen Industrielawaai en de nieuwe reken- en meetmethode geluid industrie. Hierbij wordt onder andere genoemd het wel of niet toepassen van een bedrijfsduurcorrectie voor muziekgeluid en de onduidelijkheid wanneer toeslagen voor bijzonder geluid (tonaal geluid en muziekgeluid) zouden moeten worden toegepast bij de bepaling van het geluid van een industrieterrein. Daarnaast waren er vragen over de omzetting van de onder de Wet geluidhinder vergunde geluidruimte naar een geluidproductieplafond (GPP) op de referentiepunten van een industrieterrein. Tevens wordt gevraagd om rapportageverplichtingen en ongeschreven regels die tot stand zijn gekomen op basis van jarenlange jurisprudentie op te nemen in de nieuwe reken- en meetmethode.

6.3 Wijzigingen naar aanleiding van de bestuurlijke en internetconsultatie

Naar aanleiding van de bestuurlijke en internetconsultatie is een groot aantal wijzigingen aangebracht in de regeling. De belangrijkste wijzigingen worden hierna samengevat.

Gelet op de consultatiereacties, adviezen en het nadere overleg met de genoemde stakeholders over hun adviezen, zijn de volgende aanpassingen in de Arg aangebracht:

- Op verzoek van het IPO wordt het effect van kruisingen en rotondes voor de bepaling van GPP's voor provinciale wegen meegenomen om betere bescherming te bieden voor woningen dichtbij de weg bij wijzigingen aan bijvoorbeeld kruisingen van wegen binnen de geluidruimte die de GPP's bieden;
- Een aanpassing en verduidelijking voor het omgaan met toeslagen voor muziekgeluid en tonaal geluid in berekeningen en bij de toetsing van het geluid van een industrieterrein (het was niet de bedoeling om hier een beleidswijziging door te voeren), voor het GPP's wordt er (behoudens de mogelijkheid voor specifieke situaties die in de toelichting vermeld zijn) geen toeslag vanwege bijzondere geluiden toegepast;
- Voor het geluid van activiteiten waarbij sprake is van duidelijk hoorbaar muziekgeluid wordt geen bedrijfsduurcorrectie toegepast;
- Aanvulling met betrekking tot de bepaling van de geluidwerendheid van gevels, behalve meten (NEN 5077) is er ook de mogelijkheid om te berekenen (NEN-EN 12354-3);
- Opname van een lijst met hoofdspoorwegen in de regeling zelf, in plaats van verwijzing naar het Besluit aanwijzing hoofdspoorwegen (omdat anders het vaststellen van een GPP pas mogelijk is na wijziging van het genoemde Besluit);
- Aanpassing van de 'dunne lijn correctie', deze wordt niet alleen gebruikt voor GPP's die nu een waarde van 52,0 dB hebben, maar ook voor GPP's die bij herberekening voor het eerst lager zijn dan 52,0 dB;
- Voor trams is de methode voor het bepalen van de emissie iets aangepast; in principe wordt er met een bestaande categorie spoorvoertuigen gerekend; de specifieke tramemissie eigenschappen volgen dan uit een viertal nieuwe bovenbouwcorrecties voor tramsporen;
- Het vervallen van de aanwijzing van industrieterreinen met zeehavengebonden activiteiten, waartoe ook het Aanvullingsbesluit geluid is aangepast;
- Regels ten aanzien van de afbakening van het onderzoeksgebied om onderzoeks- en uitvoeringslasten te beperken: de afbakening voor GPP-besluiten is aangepast (artikel 3.15) en in de toelichting is verduidelijkt hoe omgegaan kan worden met delen van een geluidbronsoort die een verwaarloosbaar effect hebben op de geluidbelasting van de te onderzoeken geluidgevoelige gebouwen;
- Meer duidelijkheid ten aanzien van het in rekening brengen van het effect van het wegdek op het geluid: voor de instrumenten in het stelsel van de Omgevingswet worden in principe de gegevens gebruikt van (standaard) wegdektypen, de kentallen van deze wegdektypen zijn ook in de rekenme-

thode zelf opgenomen (voorheen alleen op een afzonderlijke website), er is een werkwijze opgenomen om specifieke wegdekproducten toe te delen aan de wegdektypen;
- Het opnemen van een overgangsbepaling voor de geactualiseerde rekenregel voor luchtvaartlawaai bij het berekenen van gecumuleerd geluid: met de mogelijkheid om de geactualiseerde dosis-effect relatie voor luchtvaart op een later moment in werking te laten treden, wordt ruimte geboden om eerst een nadere impactanalyse uit te voeren en de resultaten hiervan samen met de bestuurlijke partners te wegen voordat hierover een definitief besluit wordt genomen;
- Meerdere aanpassingen in de artikelen en de toelichting op punten waar vanuit de consultatiereactie of de diverse toetsen duidelijk werd dat de bedoeling onvoldoende helder was, de leesbaarheid verbetering behoefde en verbeteringen vanwege consistentie met andere delen van de regelgeving.

Verder zijn terminologieën en definities aangepast en verduidelijkt in de artikelen, artikelsgewijze toelichting en het algemeen deel van de nota van toelichting. Ook zijn redactionele wijzigingen doorgevoerd en is de aansluiting op de structuur van de algemene maatregelen van bestuur onder de Omgevingswet, met name het Besluit kwaliteit leefomgeving, verbeterd.

Niet alle opmerkingen in de consultatie hebben tot aanpassingen van de regeling geleid. De belangrijkste punten waar geen verandering is doorgevoerd, zijn:
- Onduidelijkheden ten aanzien van het specifieke proces bij de herberekening van GPP's en het overgangsrecht voor RWS en ProRail voor (spoor)wegvakken waar projecten zijn. De basisregel is dat bij het inwerking treden van de Omgevingswet alle GPP's herberekend worden en dat bij besluiten voor projecten onder overgangsrecht de GPP's opnieuw berekend worden volgens het nieuwe recht na vaststelling van het GPP;
- Het Aanvullingsbesluit geluid regelt dat het geluid van rijdende en stilstaande treinen op emplacementen wordt meegenomen in de GPP's van hoofdspoorwegen en dat bogen en wissels op emplacementen worden voorzien van een spoorstaafconditioneringssysteem, waarbij in de toelichting bij het Aanvullingsbesluit ter verduidelijking een verwijzing is opgenomen naar de lijst met emplacementen in bijlage 6, behorende bij artikel 38 van de Regeling spoorverkeer;
- De wens om in de regeling de 'aftrek stille banden' te schrappen is niet ingewilligd, er loopt wel onderzoek vanuit het ministerie naar de impact die dit zou hebben. Daarnaast loopt er een onderzoek naar de emissie (en de emissiekentallen) van wegvoertuigen in de rekenmethode. Op basis van de resultaten van de impactanalyse wordt een besluit genomen over de aftrek, in samenhang met eventuele aanpassing van emissiekentallen;
- In het aanvullingsspoor geluid Omgevingswet zijn de inzichten uit de nieuwe WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid (2018) en een daarover nog te bepalen kabinetsstandpunt niet verwerkt, dus ook niet in de Aanvullingsregeling geluid. Om de inwerkingtreding van de Omgevingswet niet te beïnvloeden en ten behoeve van de beleidsneutrale implementatie van de doelen en uitgangspunten van het beleidsvernieuwingstraject SWUNG-2, is ervoor gekozen om het aanvullingsspoor geluid en de standpuntbepaling over het WHO-advies als twee losse trajecten te behandelen;
- De huidige regelgeving kent geen specifieke normen voor laagfrequent geluid en ook het aanvullingsspoor geluid voorziet daar niet in. De problematiek van laagfrequent geluid heeft echter wel de aandacht van de regering; het Expertise Centrum Geluid van het RIVM doet onderzoek, op basis waarvan in een later stadium op dit thema besluiten genomen kunnen worden.

7 NOTIFICATIE

Technische notificatie

Bij de voorbereiding van deze Aanvullingsregeling is bezien of de regels mogelijk technische voorschriften bevatten als bedoeld in Richtlijn (EU) 2015/1535 van het Europees Parlement en de Raad van 9 september 2015 betreffende een informatieprocedure op het gebied van technische voorschriften en regels betreffende diensten van de informatiemaatschappij (codificatie). Omdat dat niet het geval is, is geen notificatie vanwege dit aspect nodig.

8 INVOERING

Voor de stelselherziening van het omgevingsrecht zijn implementatieprogramma's opgezet. Voor het interbestuurlijke deel van de implementatie wordt dit opgepakt in het programma Aan de slag met de Omgevingswet, waarin de bestuurlijke koepels VNG, IPO en UvW en het Rijk samenwerken.

Ook voeren alle koepels (VNG, IPO, UvW en het Rijk) zelf een implementatieprogramma ter ondersteuning van de veranderopgave van hun achterbannen.

Het doel van deze programma's is om de uitvoeringspraktijk in staat te stellen om de nieuwe regelgeving, met inbegrip van het overgangsrecht, op goede wijze toe te passen. Daarnaast maakt ook de implemen-

tatie van de landelijke voorziening van het DSO en de aansluiting op deze landelijke voorziening onderdeel uit van deze programma's. De programma's zetten niet alleen in op overdracht van kennis over de nieuwe regelgeving, maar ook op het vermogen om deze te kunnen toepassen in de geest van de stelselherziening. Het gaat daarbij dus nadrukkelijk ook om kunde, houding en gedrag. Daarnaast wordt ingezet op het ondersteunen van een soepele overgang van de huidige digitale systemen naar het nieuwe digitale stelsel.

9 TRANSPONERINGSTABELLEN

Voor de regelingen die door de Aanvullingsregeling worden ingetrokken zijn transponeringstabellen opgesteld. In de transponeringstabellen is steeds op artikelniveau aangegeven waar de bepalingen uit de verschillende regelingen al dan niet terugkeren in hetzij de Omgevingswet, hetzij de vier algemene maatregelen van bestuur, hetzij de Omgevingsregeling. Daarbij is ook kort aangegeven wat het onderwerp is van betreffende artikelen.

De volgende regelingen worden ingetrokken:
a. de Bijdrageregeling geluidhinder nieuwe woningen;
b. de Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder;
c. de Regeling geluid milieubeheer;
d. de Regeling geluidplafondkaart milieubeheer;
e. de Regeling saneringsprogramma industrielawaai;
f. de Regeling zonekaart spoorwegen geluidhinder; en
g. het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

Voor de onder b, c, d, f en g genoemde regelingen zijn transponeringstabellen gemaakt. Voor de onder a en d genoemde regelingen wordt kort ingegaan op de gevolgen van het intrekken ervan.

Algemene leeswijzer tabellen:

- Als in de tabellen wordt verwezen naar de Omgevingswet respectievelijk de vier algemene maatregelen van bestuur, wordt verwezen naar de Staatsbladversies inclusief de aanvullingen daarop van het wetsvoorstel Invoeringswet Omgevingswet, het Invoeringsbesluit Omgevingswet respectievelijk deze regeling.
- Als in de tabellen is aangegeven dat overgangsrecht niet nodig is, is dat omwille van de omvang en leesbaarheid van de tabellen niet nader onderbouwd. Op hoofdlijnen geldt dat geen overgangsbepalingen nodig werden geacht voor een onderwerp in een artikel:
  – door de juridische status ervan (bijvoorbeeld omdat het onderwerp geen besluit is in de zin van Awb, maar een algemene regel, delegatiegrondslag, feitelijke handeling of voorwerp);
  – er algemeen overgangsrecht op van toepassing is (bijvoorbeeld het overgangsrecht in de Wet economische delicten); of
  – het onderwerp onder het nieuwe stelsel niet terugkomt (zoals oude, onverplichte programma's).
- De tabellen zijn met grote zorgvuldigheid opgesteld. Mochten er toch onjuistheden in voorkomen, kunnen daar geen rechten aan worden ontleend.

a. **Transponeringstabel Bijdrageregeling geluidhinder nieuwe woningen**
De Bijdrageregeling geluidhinder nieuwe woningen van 1985 is al lange tijd uitgewerkt. De regeling was bedoeld voor een tegemoetkoming in de kosten voor geluidmaatregelen die verplicht werden bij de inwerkingtreding van de Wet geluidhinder en onderliggende regelgeving. Voor een periode van maximaal tien jaar zou het rijk bijdragen in deze kosten als het ging om woningen die al waren geprojecteerd in een bestemmingsplan in zones bij een weg of spoorweg maar die nog niet waren gebouwd. Bestemmingsplannen moesten elke tien jaar geactualiseerd worden. Na tien jaar was een beroep op de regeling niet meer mogelijk.

b. **Transponeringstabel Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder**

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling doelmatigheid	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
Begripsbepalingen	1		Bijlage I Bkl, 3.48 Bkl	Bijlage I
Omhangbepaling	1a			
Geluidgevoelig cluster	2, eerste lid		Art XIX Abg, 3.48 Bkl	
Toepassingsbereik	2, tweede lid			

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling doelmatigheid	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
Financiële doelmatigheid	3		3.49 Bkl voor rijkswegen en XIX Abg voor sanering lokale wegen	
Verwijzing bijlage I en bepalen aantal maatregelpunten	4			3.29
Reductiepunten	5, eerste en tweede lid		3.51 Bkl	
Reductiepunten saneringsprogramma spoor – gemeente	5, derde lid			
Eerst bronmaatregelen, dan overdrachtsmaatregelen	6, eerste lid		3.35, vijfde lid, Bkl voor wegen en spoorwegen met gpp	
Overdrachtsmaatregel alleen bij reductie 5 dB	6, tweede lid		3.49, tweede lid, Bkl	
Geluidreductie, toekomstige geluidbelasting	7		3.49, vijfde lid, Bkl	
Gelijkstellen aan woning	8		3.49, zesde lid, en 3.21 Bkl	
Maatregelpunten	Bijlage 1			Bijlage I Arg
Reductiepunten	Bijlage 2		Bijlage Va bij het Bkl	
Lijst van projecten als bedoeld in artikel 8, tweede lid	Bijlage 3			

c. Transponeringstabel Regeling geluid milieubeheer

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling geluid milieubeheer	Artikel Omgevingswet / Awg	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
§ 1. Algemeen				
Begripsbepalingen	1		Bijlage I Bkl	Bijlage I
§ 2. Brongegevens				
Brongegevens weg	2			3.18
Brongegevens spoorweg	3			3.19
§ 3. Agglomeraties, geluidsbelastingkaarten en actieplannen				
Aanwijzen agglomeraties	4	2.21, tweede lid, onder b		2.40
Inhoud geluidbelastingkaarten	5			Par 12.2.3.2
Aantal bewoners	6			12.74, tweede lid
Legenda geografische kaarten	7			12.72, derde lid
Verzoek verstrekking inlichtingen en gegevens	8		Paragraaf 10.8.5 Ob	
Percentage ernstig gehinderde bewoners	9			8.2
§ 4. Geluidbeperkende maatregelen en doelmatigheidscriterium				
Aanwijzen geluidbeperkende maatregelen	10			3.29
Maatregelpunten	11			3.29

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling geluid milieubeheer	Artikel Omgevingswet / Awg	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
§ 5. Geluidregister				
Register bevat referentiepunten	12, onder a		11.51, derde lid, onder a, onder 3°, Bkl	
Register bevat aanduiding of de sanering is afgerond	12, onder b			
De Minister van I&W zorgt voor een openbaar toegankelijk geluidregister	13		11.51, eerste, tweede en vijfde lid, Bkl	
Kwaliteitsplan geluidregister	14			
§ 6. Cumulatie				
Welk geluid wordt betrokken	15		3.38, derde lid, Bkl	
Wanneer kan onderzoek naar samenloop achterwege blijven (geen overschrijding bepaalde waarden)	16		3.38, eerste lid, Bkl (gecumuleerd geluid) 3.39, eerste lid, Bkl (gezamenlijk geluid)	
§ 6a. Gebied waarbinnen artikel 11.20 van de wet niet van toepassing is				
Gebied waarbinnen de beheerder geen zorg draagt voor de naleving van de geluidproductieplafonds totdat de werkzaamheden zijn voltooid	16a			

d. **Transponeringstabel Regeling geluidplafondkaart milieubeheer**

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling geluidplafondkaart milieubeheer	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
Aanwijzen geluidplafondkaart	1			2.29a, 2.30a
Geluidplafondkaart en lijst van rijkswegen op geluidplafondkaart	Bijlage			Bijlage IVa

e. **Regeling saneringsprogramma industrielawaai**
De sanering van industrielawaai is al enige jaren afgerond zodat de Regeling saneringsprogramma industrielawaai kan worden ingetrokken. Het Besluit saneringsmaatregelen industrielawaai 1994, waarop die regeling gebaseerd is, is met het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet ingetrokken.

f. **Transponeringstabel Regeling zonekaart spoorwegen geluidhinder**

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Regeling zonekaart spoorwegen geluidhinder	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
Aanwijzen zonekaarten	1		3.20 Bkl (geluidaandachtsgebied)	
Zonekaarten lokale spoorlijnen en tabel met zonebreedten	bijlage			

g. **Transponeringstabel Reken- en meetvoorschrift geluid 2012**

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Reken- en meetvoorschrift geluid	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsrege-ling
Hoofdstuk 1. Algemeen				
Begripsbepalingen	1.1		Bijlage I Bkl	Bijlage I, bijlage IVe
Akoestisch rapport volgens bijlage I	1.2			Zie hieronder bij bijlage I
Afronding	1.3			3.4, onder b, 3.8, tweede lid, 3.14, eerste lid, onder b en d, 3.21, derde lid en 3.27, tweede lid
Effect van samenloop	1.4			Art 3.25 en 3.26
Invallend geluid	1.5			Art 3.4, onder a, 6.6, vier-de lid, 8.22, vierde lid
Wederzijdse erkenning	1.6			1.3
Hoofdstuk 2. Voorschriften voor industrieterreinen				
Begripsbepalingen	2.1			Bijlage IVh
Immissiepunt	2.2			3.2, 6.5, 8.21
Verwijzing rekenmethode en aftrek	2.3			Art 3.21, bijlage IVh en IVg
Afwijken van rekenmethode	2.4	4.7, gelijkwaardigheid		Specifieke mogelijkheden voor afwijking in de bijla-gen
Hoofdstuk 3. Voorschriften voor wegen in het kader van de Wet geluidhinder				
Toepassingsbereik hfst 3 RMG	3.1			
Verwijzing naar rekenmetho-de	3.2			3.8, eerste lid, onder a, 3.14, eerste lid, onder a en b
Rekenen als een spoorweg onderdeel is van een weg (kan-bepaling)	3.3			
Aftrek 110g Wgh	3.4			
Wegdekcorrectie	3.5			3.9, 3.16
Afronding bij hogere waarde	3.6			
Omrekenen dB(A) in Db bij hogere waarde	3.7			
Geluid is het geluid van de hele geluidbronsoort	3.8, eerste lid		3.243, derde lid Bkl	
Gebruik brongegevens en plafondcorrectiewaarde	3.8, tweede lid			3.14, tweede en vierde lid
Andere gegevens dan bron-gegevens ook meenemen	3.8, derde lid			Bijlage IVe
Hoofdstuk 4. Voorschriften voor spoorwegen in het kader van de Wet geluidhinder				
Toepassingsbereik hfst 4 RMG	4.1			
Begripsbepalingen	4.2, eerste lid			Bijlagen I en IVf
Spoorvoertuigcategorieën	4.2, tweede lid			Bijlage IVf
Emissieregister	4.3		11.51 Bkl en 10.42a Ob (deels)	3.12 en 3.19 (deels)

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Reken- en meetvoorschrift geluid	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsregeling
Meten en berekenen emissiegetal	4.4			3.8, eerste lid, onder b, 3.14, eerste lid, onder c en d en bijlage IVf
Rekening houden met emissiegegevens	4.5			3.14, tweede lid
Verwijzing naar reken- en meetmethode	4.6			3.14, eerste lid
Berekenen gemiddelde emissie	4.7			Bijlage IVd
Omrekenen dB(A) in dB	4.8			
Geluid is het geluid van de hele geluidbronsoort	4.9, eerste lid		3.24, derde lid, Bkl	
Gebruik brongegevens en plafondcorrectiewaarde	4.9, tweede lid			3.14, tweede, vierde en vijfde lid
Andere gegevens dan brongegevens ook meenemen	4.9, derde lid			Bijlage IVf
Hoofdstuk 5. Voorschriften voor wegen en spoorwegen in het kader van de Wet milieubeheer				
Toepassingsbereik	5.1			
Begripsbepalingen	5.2		Bijlage I Bkl	Bijlage I
Aanwijzen rekenmethoden	5.3, eerste, tweede, derde lid			3.14, eerste lid
Plafondcorrectiewaarde	5.3, vierde lid			3.14, vierde en vijfde lid lid
Afronding	5.3, vijfde lid			3.14, eerste lid, onder b en d
Kalenderjaar	5.3, zesde lid			12.71c, derde lid
Hoogst belaste gevel 1,5 en 1m bij woonwagen resp. woonschip	5.4		3.18, 5.55, 5.78i, Bkl	3.2, 6.5, 8.21
Berekenen gpp bij verzoek tot wijziging i.v.m. sanering	5.5			3.14
Overgangsrecht invoeringswet geluidproductieplafonds	5.6			
Geluid weg is het geluid van de hele geluidbronsoort (weg)	5.7, eerste lid		3.24, derde lid, Bkl	
Brongegevens, plafondcorrectiewaarde en andere gegevens	5.7, tweede, derde en vijfde lid			3.14, tweede, vierde en vijfde lid
Rekenmethode saneringen	5.7, vierde lid	3.4 Awg		
Geluid weg is het geluid van de hele geluidbronsoort (spoor)	5.8, eerste lid		3.24, derde lid, Bkl	
Brongegevens, plafondcorrectiewaarde en andere gegevens	5.8, tweede, derde en vijfde lid			3.14, tweede, vierde en vijfde lid
Rekenmethode saneringen	5.8, vierde lid	3.4 Awg		
Art 5.7 en 5.8 van overeenkomstige toepassing op bepalen hoogst belaste gevel/begrenzing van locatie	5.9			3.2, 6.5, 8.21

Onderwerp/ hoofdstuk	Artikel Reken- en meetvoorschrift geluid	Artikel Omgevingswet	Artikel amvb	Artikel Omgevingsrege-ling
voor woonschip of woonwa-gen				
Onderzoeksgebied	5.10			3.15
Stille bandenaftrek / correc-tie voor wegdektype	5.11			3.9, 3.16
Hoofdstuk 6. Binnen gebouwen				
Definitie gevel	6.1			
Bepalen geluid binnen een gebouw	6.2		3.53, tweede lid, Bkl	3.3, 6.7, 8.23, 8.24
Bepalen geluidwering van de gevel	6.3		3.53, tweede lid, Bkl	3.3, 6.7, 8.23, 8.24
Specificaties bij bepalen ge-luidwering van de gevel	6.4		3.53, tweede lid, Bkl	3.3, 6.7, 8.23, 8.24
Spectrum bij bepalen geluid-wering van de gevel	6.5			3.3
Hoofdstuk 7. Karteringsvoorschriften				
Verwijzen naar bijlage voor opstellen geluidbelasting-kaarten	7.1			12.71d (via Ir)
Bijlagen				
Akoestisch rapport	Bijlage I, hoofdstuk 1			
Cumulatieve geluidbelasting	Bijlage I, hoofdstuk 2			3.25
Aftrek industrieterreinen (redelijke sommatie)	Bijlage II			
Geluid wegen	Bijlage III			Bijlage IVe
Geluid spoorwegen	Bijlage IV			Bijlage IVf
Geluidproductieplafonds	Bijlage V			Bijlage IVg
Saneringsplannen	Bijlage VI	3.3 Awg		
Geluidbelastingkaarten	Bijlage VII			Bijlage XXXIII

ARTIKELSGEWIJZE TOELICHTING

HOOFDSTUK 1 AANVULLING EN WIJZIGING OMGEVINGSREGELING

In het opschrift van de artikelen is tussen vierkante haken […] aangegeven wat de grondslag is in de Omgevingswet.

Nieuw artikel 2.29a (aanwijzing rijkswegen voor beheersing van geluid) [artikel 2.15, tweede lid, aanhef en onder a, van de Omgevingswet]

Op grond van artikel 2.15, tweede lid, aanhef en onder a, van de Omgevingswet stelt de Minister van Infrastructuur en Waterstaat bij besluit als omgevingswaarden geluidproductieplafonds vast aan weerszijden van bij ministeriële regeling aangewezen wegen in beheer bij het Rijk. Deze wegen zijn aangewezen in bijlage IVa bij de Omgevingsregeling. De aangewezen wegen zijn ook de rijkswegen waarvoor de Minister van Infrastructuur en Waterstaat er zorg voor draagt dat aan de eisen uit artikel 3.29, eerste lid, Bkl wordt voldaan, de wegen waarvoor de Minister van Infrastructuur en Waterstaat op grond van artikel 3.45, eerste lid, aanhef en onder c, Bkl maatregelen treft gericht op het voldoen aan een geluidproductieplafond als omgevingswaarde en de wegen waarvoor de Minister van Infrastructuur en Waterstaat op grond van artikel 11.45, derde lid, aanhef en onder c, Bkl, de monitoring voor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden uitvoert. Het gaat om dezelfde wegen als de wegen die waren aangewezen in de Regeling geluidplafondkaart milieubeheer.

Nieuw artikel 2.30a (aanwijzing hoofdspoorwegen voor beheersing van geluid) [artikel 2.15, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Op grond van artikel 2.15, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet stelt de Minister van Infrastructuur en Waterstaat bij besluit als omgevingswaarden geluidproductieplafonds vast aan weerszijden van bij ministeriële regeling aangewezen hoofdspoorwegen. Deze spoorwegen zijn aangewezen in bijlage IVb bij de Omgevingsregeling. Dit zijn ook de hoofdspoorwegen waarvoor de beheerder, bedoeld in artikel 1, eerste lid, van de Spoorwegwet er zorg voor draagt dat aan de eisen uit artikel 3.29, tweede lid, Bkl wordt voldaan, de hoofdspoorwegen waarvoor deze beheerder op grond van artikel 3.45, eerste lid, aanhef en onder d, Bkl maatregelen treft gericht op het voldoen aan een geluidproductieplafond als omgevingswaarde en de spoorwegen waarvoor deze beheerder op grond van artikel 11.45, derde lid, aanhef en onder d, Bkl de monitoring voor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden uitvoert. Het gaat om de spoorwegen die ook zijn aangewezen in het Besluit aanwijzing hoofdspoorwegen.

Wijziging artikel 2.40 (aanwijzing agglomeraties richtlijn omgevingslawaai) [artikel 2.21, eerste lid, van de Omgevingswet]

Met deze wijziging is de gemeente Zuidplas geschrapt uit de aanwijzing van de agglomeratie Rotterdam/Dordrecht in het kader van de richtlijn omgevingslawaai. Beoogd was deze agglomeratie beleidsneutraal over te nemen uit de Regeling geluid milieubeheer, maar onbedoeld was de gemeente Zuidplas toegevoegd. Dat is met deze wijziging gecorrigeerd.

Nieuwe afdeling 3.1 (Beheersing van geluid afkomstig van wegen, spoorwegen en industrieterreinen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Aan hoofdstuk 3 is een afdeling toegevoegd over het bepalen van het geluid door wegen, spoorwegen en industrieterreinen. Hiermee is aangesloten bij artikel 3.24 Bkl, waarin is vermeld dat op het bepalen van het geluid de bij ministeriële regeling gestelde regels van toepassing zijn. Het bepalen van het geluid omvat het meten en berekenen van het geluid.

§ 3.1.1 Algemene bepalingen

Artikel 3.1 (toepassingsbereik)

In dit artikel is bepaald dat deze afdeling gaat over de beheersing van het geluid van wegen, spoorwegen en industrieterreinen. Hiermee wordt het toepassingsbereik van afdeling 3.5 Bkl gevolgd. In deze afdeling worden met name regels gesteld over het bepalen van het geluid waarover in afdeling 3.5 Bkl regels zijn gesteld.

Artikel 3.2 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald)

Eerste lid

In artikel 3.23 Bkl is geregeld waar de waarden voor het geluid door activiteiten gelden. Het gaat steeds om een gevel, een locatie waar een gevel mag komen of een begrenzing van een locatie voor een woonschip of woonwagen. Het geluid wordt bepaald op een of meerdere punten waar het geluid representatief is (dat wil zeggen waar de geluidbelasting naar verwachting het hoogst is), maar, tenzij het gaat om een woonschip, altijd op twee derde van de hoogte van een bouwlaag. Bij het bepalen van het geluid wordt gekeken op welke bouwlagen het geluid representatief is. Bij die bouwlagen wordt het geluid bepaald op twee derde van de hoogte van de bouwlaag. Ook in horizontale richting wordt gekeken waar het geluid representatief is. Er hoeft niet exact te worden vastgesteld waar de hoogte van twee derde van de bouwlaag zich bevindt, een benadering, bijvoorbeeld aan de hand van een standaard verdiepingshoogte, volstaat ook. Voor de vraag wat onder een bouwlaag kan worden verstaan kan worden aangesloten bij jurisprudentie van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State[5], waarin een bouwlaag wordt beschreven als 'Een verdieping van zodanige afmetingen en vorm dat de daardoor ontstane ruimte zonder ingrijpende voorzieningen geschikt kan worden gemaakt voor woonfuncties en daarmee gelijke gebruiksmogelijkheden geeft als de daaronder gelegen bouwlagen'. Hetzelfde geldt voor erboven gelegen bouwlagen. Bij woonschepen wordt het geluid niet bepaald op twee derde van de hoogte van een bouwlaag, maar op 1 m boven het maaiveld, omdat de hoogte van de bouwlagen door wisselingen van de waterstand kan fluctueren. Als de begrenzing van de locatie op het water ligt, wordt gekeken naar het maaiveld dat direct aan de ligplaats grenst. Daarbij is een kleinere hoogte boven lokaal maaiveld genomen dan de hoogte die overeenkomt met twee derde van een bouwlaag. Het niveau van het water waarin een woonschip ligt, is namelijk doorgaans lager dan de vaste wal waar de ligplaats aan grenst. Hiermee is de situatie uit artikel 5.4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 voortgezet.

Tweede lid

In het tweede lid is een begripsomschrijving van ‘woonschip’ opgenomen. Daarmee is aangesloten bij artikel 3.19 Bkl en de wijzigingen die met het Invoeringsbesluit Omgevingswet zijn aangebracht in het Bkl. Daarin is het begrip woonschip gedefinieerd in de afdelingen 3.5 en 5.1 en niet in bijlage I bij dat besluit, omdat de specificatie dat het moet gaan om een woonschip op een locatie die is aangewezen als ligplaats voor een woonschip, alleen geldt voor de toepassing van die afdelingen. Hetzelfde geldt voor de artikelen 6.5 en 8.21 van de Omgevingsregeling. Het begrip woonschip komt daarnaast voor in artikel 6.17 van het Besluit activiteiten leefomgeving, artikel 2.16 van de Omgevingsregeling en bijlage III bij de Omgevingsregeling. Daarop is de begripsbepaling niet van toepassing, maar gaat het om een woonschip, al dan niet op een daarvoor aangewezen plaats.

Artikel 3.3 (bepalen: geluid in geluidgevoelige ruimten)

Eerste lid

Op grond van artikel 3.53 Bkl wordt tot het treffen van geluidwerende maatregelen besloten als het geluid in een geluidgevoelige ruimte hoger is dan de in dat artikel genoemde grenswaarden. Het geluid in geluidgevoelige ruimten wordt bepaald met NEN 5077 of NEN-EN-ISO 12354-3. Bij het toepassen van NEN-EN-ISO 12354-3 kan gebruik gemaakt worden van NPR 5272:2003, waarin een praktische toelichting wordt gegeven over de wijze van toepassen van deze rekenmethode en de te hanteren invoergegevens.

Tweede lid

Net als bij de toepassing van het Bbl, is in het tweede lid bepaald dat op één punt afgeweken moet worden van NEN 5077. In afwijking van tabel 6 van die norm geldt dat de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle ‘open’ respectievelijk ‘aan’ zijn.

Artikel 3.4 (bepalen: geluid op een geluidgevoelig gebouw)

Onder a

Dit onderdeel regelt dat bij het bepalen van het geluid door een weg, spoorweg of industrieterrein het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken. Dit geldt voor het geluid door alle bronnen. Om die reden is in de hoofdstukken 6 en 8 van de Omgevingsregeling hetzelfde bepaald voor het geluid door niet-specifieke activiteiten, waaronder binnenschietbanen, en specifieke activiteiten (windturbines en civiele en militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen). In de bijlagen IVe, IVf en IVh bij de Omgevingsregeling is uitgewerkt hoe dit werkt.

[5] AbRvS 8 augustus 1996, no. H01.95.0548.

Onder b

Dit onderdeel bepaalt hoe de geluidbelasting wordt afgerond naar een heel getal. De afronding wordt toegepast op het eindresultaat van een bepaling van de geluidbelasting. Als het gaat om een geluidbelasting in L_{den}, wordt de waarde in L_{den} dus eerst berekend op basis van de niet afgeronde equivalente geluidniveaus voor de dag, de avond en de nacht. Daarna wordt pas de afronding toegepast. Een waarde in L_{den} van 63,45 dB wordt afgerond naar 63 dB, een waarde van 63,50 dB naar 64 dB en een waarde van 62,50 dB naar 62 dB.

Artikel 3.5 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Een geluidaandachtsgebied is een locatie langs een weg of spoorweg of rond een industrieterrein waarbinnen het geluid hoger kan zijn dan de standaardwaarden (artikel 3.20 Bkl). Het bepalen van het geluidaandachtsgebied gebeurt volgens bijlage IVc bij de Omgevingsregeling. Bij het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde moet op grond van artikel 3.31 Bkl naast geluidreferentiepunten en geluidbrongegevens ook het geluidaandachtsgebied worden bepaald. Daarnaast is het geluidaandachtsgebied van belang voor het besluit of, en zo ja welke geluidwerende maatregelen aan een gebouw worden getroffen (§ 3.5.5 Bkl). Het bevoegd gezag kan er, om onnodig rekenwerk te voorkomen, ook voor kiezen een groter geluidaandachtsgebied vast te stellen dan het gebied dat uit de berekening volgt. Een gemeente kan bijvoorbeeld de bebouwde kom als geluidaandachtsgebied van de gemeentewegen aanwijzen. De grenzen van dat gebied moeten wel berekend worden volgens bijlage IVc. Dat betekent dat wegen of spoorwegen die binnen het gebied liggen moeten worden meegenomen bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied buiten het gebied.

§ 3.1.2 Geluid door gemeentewegen, lokale spoorwegen en waterschapswegen

Artikel 3.6 (toepassingsbereik)

Paragraaf 3.1.2 is van toepassing op het bepalen van het geluid door gemeentewegen, waterschapswegen en lokale spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen. Het gaat om wegen en spoorwegen waarvan het geluid gereguleerd wordt door middel van de basisgeluidemissie. In deze paragraaf is onder andere geregeld op welke manier de basisgeluidemissie wordt bepaald.

Artikel 3.7 (berekenen: basisgeluidemissie)

De basisgeluidemissie is de referentie bij de monitoring van het geluid door gemeentewegen, waterschapswegen en lokale spoorwegen waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld. Als hoofdregel is de basisgeluidemissie de in een basisjaar vastgestelde situatie (artikel 3.27 Bkl). De basisgeluidemissie wordt bepaald volgens bijlage IVd bij de Omgevingsregeling, tenzij het bevoegd gezag gebruik maakt van de mogelijkheid uit artikel 3.27, zesde lid, onder a, Bkl en een lagere waarde als basisgeluidemissie hanteert.

In bijlage IVd is ook geregeld hoe de geluidemissie berekend moet worden als het bevoegd gezag ervoor kiest de basisgeluidemissie te baseren op het geluid door een gemeenteweg en een lokale spoorweg gezamenlijk.

Artikel 3.8 (bepalen: geluid door wegen en spoorwegen)

Eerste lid

In artikel 3.24, vijfde lid, Bkl staat dat op het bepalen van het geluid door een weg of spoorweg de bij ministeriële regeling gestelde regels van toepassing zijn. Het gaat daarbij om al het geluid uit afdeling 3.5 Bkl: zowel om de basisgeluidemissie als het vaststellen van geluidproductieplafonds als omgevingswaarden. Een en ander is voor gemeentewegen, lokale spoorwegen en waterschapswegen uitgewerkt in de artikelen 3.8 en 3.9 van de Omgevingsregeling.

In bijlage IVe bij de Omgevingsregeling is geregeld hoe het geluid door wegen op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald en in bijlage IVf is geregeld hoe het geluid door spoorwegen op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald.

Op grond van artikel 3.24, derde lid, Bkl wordt bij het bepalen van het geluid door een weg of spoorweg het geluid door alle tot die geluidbronsoort behorende wegen of spoorwegen betrokken. Weggedeelten of spoorweggedeelten waarvan het redelijkerwijs te verwachten is dat deze een verwaarloosbare bijdrage hebben op het berekende geluid kunnen echter buiten de berekening van het geluid gehouden worden. Zo wordt voorkomen dat rekenmodellen onnodig groot en complex worden. Welke wegen en spoorwegen

worden betrokken is afhankelijk van de situatie, zodat het niet goed mogelijk is om hier een algemene regel over te stellen.

Tweede lid

De waarden, bedoeld in artikel 5.78af Bkl worden niet afgerond op een heel getal, omdat getoetst wordt aan een toename van 1,5 dB, dat zelf geen heel getal is. Afronding op een heel getal zou in dit geval te grof zijn.

Artikel 3.9 (correctie voor wegdektype)

Met dit artikel wordt ingespeeld op de verwachte effecten van invoering van stillere banden en strengere geluideisen aan wegvoertuigen; in de rekenregels wordt rekening gehouden met de verwachte daling van de geluidproductie.

Voor een wegdektype dat afwijkt van het referentiewegdek (dicht asfaltbeton of steen- of splitmastiekasfalt met een gradering van 0/11 (SMA 0/11)) wordt volgens bijlage IVe een correctie in rekening gebracht. De wegdekcorrectie is het verschil tussen het geluidemissiegetal dat is gebaseerd op het referentiewegdek en het geluidemissiegetal bepaald voor het afwijkende wegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid. Voor referentiewegdek is de wegdekcorrectie nul.

In verband met de verwachte effecten van invoering van stillere banden en strengere geluideisen aan wegvoertuigen regelt artikel 3.9 een verlaging van de wegdekcorrectieterm, bedoeld in bijlage IVe bij de Omgevingsregeling, met 1 dB of 2 dB. Er is gekozen voor een aanpassing van de wegdekcorrectie, omdat de effecten van de stillere banden en strengere geluideisen aan voertuigen afhankelijk zijn van het type wegdek. De stillere banden zijn extra stil op wegdeksoorten met een relatief gladde toplaag. Op wegdeksoorten met vrij grove steensoorten in de toplaag, zoals zeer open asfaltbeton (ZOAB) en tweelaags ZOAB, is de geluidreductie minder. Datzelfde geldt voor uitgeborsteld beton en geoptimaliseerd uitgeborsteld beton en elementenverhardingen, zoals straatstenen, en oppervlakbewerking. Om die reden is onderscheid gemaakt tussen de in het tweede lid genoemde wegdekken en alle overige wegdekken. Tweelaags ZOAB fijn, dat is tweelaags ZOAB met een fijne toplaag, valt onder de overige wegdekken. Om verwarring met het normale tweelaags ZOAB te voorkomen, is voor deze wegdeksoort expliciet aangegeven dat het tweede lid van het artikel daar geen betrekking op heeft.

De effecten van de aanscherpingen van de geluideisen aan banden zullen met name merkbaar zijn bij relatief hoge snelheden. Daarom geldt de aanpassing van de wegdekcorrectie pas vanaf snelheden van 70 km/u.

In bijlage IVe bij de Omgevingsregeling zijn enkele van de in het artikel gebruikte begrippen uitgewerkt. De representatief te achten gemiddelde snelheid is de maximale wettelijke snelheid, tenzij wordt aangetoond dat deze wettelijke snelheid niet overeenkomt met de gemiddelde snelheid op het wegvak. In dat geval is de gemiddelde snelheid de representatief te achten gemiddelde snelheid.

Lichte motorvoertuigen zijn motorvoertuigen op drie of meer wielen, met uitzondering van:
- gelede en ongelede autobussen en andere motorvoertuigen die ongeleed zijn en voorzien van een enkele achteras waarop vier banden zijn gemonteerd (middelzware motorvoertuigen); en
- gelede motorvoertuigen en motorvoertuigen die zijn voorzien van een dubbele achteras, met uitzondering van autobussen (zware voertuigen).

Artikel 3.9 zet de zogenoemde stille banden-aftrek uit de artikelen 3.5 en 5.11 van het Reken en meetvoorschrift geluid 2012 voort.

Artikel 3.10 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied voor gemeentewegen, waterschapswegen of lokale spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen, moeten de geluidbrongegevens worden gebruikt die ten grondslag liggen aan de basisgeluidemissie. Hiermee zijn deze geluidaandachtsgebieden een op een gekoppeld aan de basisgeluidemissies en daarbij behorende geluidbrongegevens (zie de artikelen 3.11 en 3.12). De aandachtsgebieden die op deze manier worden vastgesteld bevatten in de regel een marge, waardoor ze ook bij toekomstige ontwikkelingen ruim genoeg zijn.

Artikel 3.11 (bepalen: geluidbrongegevens gemeentewegen en waterschapswegen) en artikel 3.12 (bepalen: geluidbrongegevens spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen)

Geluidbrongegevens zijn de gegevens die nodig zijn voor het bepalen van de geluidemissie van een geluidbronsoort. In de bijlagen IVe en IVf bij de Omgevingsregeling wordt voor wegen en spoorwegen ingegaan op de verschillende geluidbrongegevens, de betekenis en hoe de gegevens worden vastgesteld.

Onder c

Voor wegen en spoorwegen waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld worden de geluidbronregisterlijnen alleen vastgelegd in x- en y-coördinaten. De z-coördinaat, die de hoogte weergeeft, is hier niet relevant, omdat de overdracht naar de omgeving niet wordt bepaald voor deze wegen en spoorwegen en de hoogte daarom geen rol speelt. Een geluidbronregisterlijn is een lijn die schematisch de geografische ligging van een deel van de weg of spoorweg aangeeft. Bij elke geluidbronregisterlijn horen bepaalde eigenschappen van het gedeelte van de bron dat de lijn representeert. Het gaat daarbij onder andere om de omvang en samenstelling van het verkeer, de snelheid van het verkeer, de spoorconstructie of het soort wegdek.

Artikel 3.12 (bepalen: geluidbrongegevens spoorwegen die niet bij omgevingsverordening zijn aangewezen)

Onder e

Voor een spoorweg waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld worden er in bijlage IVf bij de Omgevingsregeling twee bovenbouwconstructies onderscheiden, namelijk 'trambaan in asfalt' en 'trambaan in gras'.

§ 3.1.3 Geluid door rijkswegen, provinciale wegen hoofdspoorwegen en lokale spoorwegen die bij omgevingsverordening zijn aangewezen

Artikel 3.13 (toepassingsbereik)

Paragraaf 3.1.3 is van toepassing op het bepalen van het geluid door rijkswegen, provinciale wegen, hoofdspoorwegen en lokale spoorwegen die bij omgevingsverordening zijn aangewezen. Het gaat om wegen en spoorwegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden moeten worden vastgesteld.

Artikel 3.14 (bepalen: geluid door wegen en spoorwegen)

In artikel 3.24, vijfde lid, Bkl staat dat op het bepalen van het geluid door wegen en spoorwegen de bij ministeriële regeling gestelde regels van toepassing zijn. Het gaat daarbij om al het geluid uit afdeling 3.5 Bkl: zowel om de basisgeluidemissie als het vaststellen van geluidproductieplafonds als omgevingswaarden. Een en ander is voor van rijkswegen, provinciale wegen hoofdspoorwegen en lokale spoorwegen met geluidproductieplafonds als omgevingswaarden uitgewerkt in de artikelen 3.14 tot en met 3.16 van de Omgevingsregeling.

Eerste lid

In bijlage IVe bij de Omgevingsregeling is vastgesteld hoe het geluid door wegen op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald en in bijlage IVf bij de Omgevingsregeling is geregeld hoe het geluid door spoorwegen op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald. Dit geluid wordt bijvoorbeeld berekend om te waarborgen dat bij de vaststelling van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde als bedoeld in artikel 3.34 Bkl het geluid op een geluidgevoelig gebouw niet hoger is dan de in dat artikel genoemde waarden.

Voor het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt wordt daarnaast bijlage IVg bij de Omgevingsregeling gebruikt. De bijlagen IVe en IVf gaan over het geluid door alle wegen en spoorwegen. Bijlage IVg, over het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt, is alleen relevant voor wegen en spoorwegen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden moeten worden vastgesteld of zijn vastgesteld. Het geluid op een geluidreferentiepunt wordt afgerond op één decimaal, omdat het effect op het de geluidproductie door variaties van jaar tot jaar in de orde zijn van tienden van dB's. Als afgerond zou worden op een heel getal, zouden dergelijke verschillen niet zichtbaar gemaakt worden.

Op grond van artikel 3.24, tweede lid, Bkl, wordt bij het bepalen van het geluid door een hoofdspoorweg het geluid door treinen op spoorwegemplacementen betrokken. In bijlage IVf, paragraaf 2.7, is bepaald dat het geluid door stilstaande spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen wordt bepaald volgens bijlage IVh bij de Omgevingsregeling. Die bijlage bevat de meet- en rekenmethode voor industrielawaai. Het gaat bij het geluid door stilstaande spoorvoertuigen bijvoorbeeld om het geluid door verwarmingsinstallaties, airconditioningsinstallaties, compressoren, statische omvormers en motorgeneratoren. Met de formule 3.1a van bijlage IVf bij de Omgevingsregeling wordt het geluid door de stilstaande spoorvoertuigen logaritmisch opgeteld bij het andere spoorgeluid om het geluid door de spoorwegen te bepalen.

Op grond van artikel 3.24, derde lid, Bkl wordt bij het bepalen van het geluid door een weg of spoorweg het geluid door alle tot die geluidbronsoort behorende wegen of spoorwegen betrokken. Weggedeelten of spoorweggedeelten waarvan het redelijkerwijs te verwachten is dat deze een verwaarloosbare bijdrage hebben op het berekende geluid kunnen echter buiten de berekening van het geluid gehouden worden. Zo wordt voorkomen dat rekenmodellen onnodig groot en complex worden. Welke wegen en spoorwegen worden betrokken is afhankelijk van de situatie, zodat het niet goed mogelijk is om hier een algemene regel over te stellen.

Tweede lid

Door uit te gaan van de gegevens uit het geluidregister wordt steeds met dezelfde vastgestelde gegevens gewerkt. Het gaat om de geluidbrongegevens die horen bij de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden die worden vastgesteld en in verband waarmee het geluid op geluidgevoelige gebouwen en geluidreferentiepunten volgens dit artikel wordt bepaald.

De bronhouder beschikt zelf ook over deze gegevens en kan daarom in plaats van het geluidregister te raadplegen ook uitgaan van de gegevens waarover hij zelf beschikt en waarop de gegevens in het geluidregister zijn gebaseerd.

Bij het bepalen van het geluid worden volgens de bijlagen IVe en IVf ook andere kenmerken van de bron en de omgeving betrokken voor zover deze relevant zijn voor het berekenen van het geluid. Met andere kenmerken worden alle kenmerken of objecten bedoeld die geen geluidbrongegeven van de te onderzoeken geluidbronsoort zijn. Geluidbeperkende werken of bouwwerken tussen de bron en de woningen, die niet direct langs de bron staan (omdat ze niet geplaatst zijn met het doel om het geluid van die bron te beperken) worden bijvoorbeeld wel in de berekeningen meegenomen. Omdat de werken of bouwwerken niet zijn geplaatst met als doel het geluid door die weg of spoorweg op een geluidgevoelig gebouw te beperken zijn het geen geluidbrongegevens en hoeven ze dus ook niet in het geluidregister opgenomen te zijn om in de berekening te kunnen worden meegenomen.

Derde lid

In afwijking van het tweede lid hoeft de geluidbronregisterlijn, die een van de geluidbrongegevens is, niet gebruikt te worden bij het bepalen van het geluid door een weg op een geluidgevoelig gebouw. Wel moeten de bij de geluidbronregisterlijn horende gegevens, zoals de verkeerssnelheid, de verkeersintensiteit en het wegdektype worden gebruikt. De geluidbronregisterlijn is een vereenvoudigde versie van de rijlijnen, bedoeld in bijlage IVe bij de Omgevingsregeling. Bij het bepalen van het geluid kan het nodig zijn om de geluidbronregisterlijn uit te splitsen naar verschillende rijlijnen.

Vierde en vijfde lid

Bij de eerste vaststelling van geluidproductieplafonds voor rijkswegen en hoofdspoorwegen in 2012 is op grond van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer de heersende geluidemissie verhoogd met 1,5 dB. Daarmee werd voorkomen dat een kleine wijziging meteen tot overschrijding van het geluidproductieplafond zou leiden. De waarde waarmee de heersende geluidemissie is verhoogd is de plafondcorrectiewaarde. Overigens kan er ook met andere waarden voor de plafoncorrectiewaarde gerekend worden. De plafondcorrectiewaarde is een geluidbrongegeven (artikelen 3.18 en 3.19) en moet worden opgenomen in het geluidregister.

In het vierde en vijfde lid is bepaald hoe de plafondcorrectiewaarde rekentechnisch wordt toegepast. Nadat de plafondcorrectiewaarde is opgeteld bij de berekende geluidemissie, wordt met de uitkomst het geluid op een geluidgevoelig gebouw of op een geluidreferentiepunt berekend. Overigens wordt de plafondcorrectiewaarde niet toegepast bij de jaarlijkse verslaglegging over de naleving van het geluidproductieplafond als omgevingswaarde. In dat geval wordt er getoetst of de werkelijke geluidproductie onder het vastgelegde geluidproductieplafond is gebleven. Dit is geregeld in artikel 12.71c van de Omgevingsregeling.

Artikel 3.15 (afbakening gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking worden genomen)

Bij het vaststellen, waaronder ook het wijzigen en verplaatsen van een geluidreferentiepunt valt, van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde, worden op grond van artikel 3.18 Bkl geluidgevoelige gebouwen in aanmerking genomen die geheel of gedeeltelijk in een geluidaandachtsgebied liggen. Op grond van artikel 3.24, derde lid, Bkl wordt bij het bepalen van het geluid door een weg of een spoorweg, het geluid door alle tot die geluidbronsoort behorende wegen of spoorwegen betrokken. Omdat dit zou leiden tot een groot gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking zouden moeten worden genomen, is in de toelichting bij dat artikellid vermeld dat in de Omgevingsregeling regels zijn opgenomen die bepalen welk deel van het stelsel van wegen of spoorwegen in een bepaalde situatie relevant is. Daarmee worden de onderzoekslasten beperkt. In het aan de Omgevingsregeling toegevoegde artikel 3.15 wordt het gebied afgebakend.

Geluidgevoelige gebouwen hoeven niet in aanmerking te worden genomen als ze naar verwachting bij volledige benutting van het nieuwe geluidproductieplafond een geluidbelasting ondervinden die lager is dan de standaardwaarde of lager is dan het geluid bij volledige benutting van het geluidproductieplafond dat gold direct voorafgaand aan de vaststelling van het in de aanhef van artikel 3.15 bedoelde geluidproductieplafond. In dat geval wordt immers voldaan aan artikel 3.34, eerste lid, Bkl en wordt aan het bepalen van het geluid in verband met het treffen van geluidbeperkende maatregelen niet toegekomen.

Eerste lid

Het gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking moeten worden genomen wordt steeds beschreven rondom een geluidreferentiepunt waarop een geluidproductieplafond als omgevingswaarde wordt vastgesteld. Welke geluidreferentiepunten dit zijn is afhankelijk van de aanleiding van het vaststellen van de geluidproductieplafonds. Dit kan het aanleggen of wijzigen van een weg of spoorweg zijn of het treffen van geluidbeperkende maatregelen vanwege de overschrijding van een geluidproductieplafond. Om te onderzoeken wat de relevante geluidreferentiepunten zijn, kan bij het aanleggen of wijzigen van een weg of spoorweg onderzocht worden waar nieuwe geluidreferentiepunten zouden komen of op welke referentiepunten de waarde zou moeten worden aangepast wanneer geen geluidbeperkende maatregelen getroffen zouden worden. Binnen het gebied rondom die geluidreferentiepunten kan door onderzoek op geluidgevoelige gebouwen worden bepaald welke geluidbeperkende maatregelen getroffen worden. Uitgaande van die maatregelen worden de nieuwe geluidproductieplafonds als omgevingswaarden berekend. Het onderzoeksgebied dat in artikel 3.15 van de Omgevingsregeling wordt beschreven, is het gebied rondom die geluidreferentiepunten. In het tweede en derde lid wordt beschreven welke denkbeeldige lijnen de begrenzing van het gebied vormen.

Tweede lid

Het tweede lid beschrijft de meest gangbare situatie, namelijk de situatie dat de weg of spoorweg waarop het geluidproductieplafond betrekking heeft niet eindigt. Dat wil zeggen dat het gaat om een doorgaande weg van één beheerder.

Onder a

Volgens onderdeel a wordt het gebied begrensd door de as van de weg of spoorweg. Dat betekent dat geluidgevoelige gebouwen aan de andere kant van de weg of spoorweg dan de kant waar het geluidreferentiepunt ligt niet hoeven te worden meegenomen. Daar liggen immers andere geluidreferentiepunten die de geluidbelastingen op die geluidgevoelige gebouwen bewaken. In het eerste lid, onder a, is daarom bepaald dat het gebied begrensd wordt door de as van de weg of spoorweg (zie de figuren 1, 2 en 3 hieronder).

Onder b

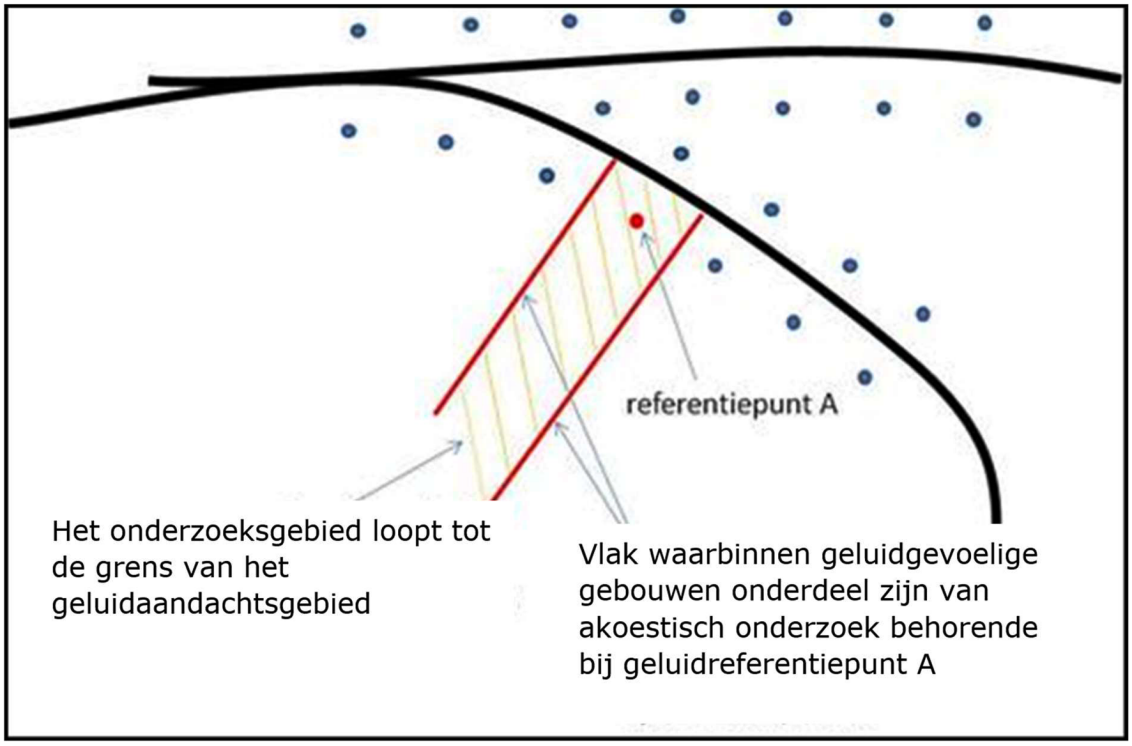
Het gebied waarbinnen het geluid wordt bepaald in de lengterichting van de weg of spoorweg wordt vastgesteld aan de hand van geluidreferentiepunten. Het gebied wordt in de lengterichting beperkt door de lijnen loodrecht op de bron, aan weerszijden van het geluidreferentiepunt, halverwege de afstand naar het naastgelegen geluidreferentiepunt. Bij knooppunten van infrastructuur pakt dit iets anders uit, maar is ook steeds met het in acht nemen van de regels uit dit artikel het gebied te bepalen waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen moet worden bepaald.

Onder c

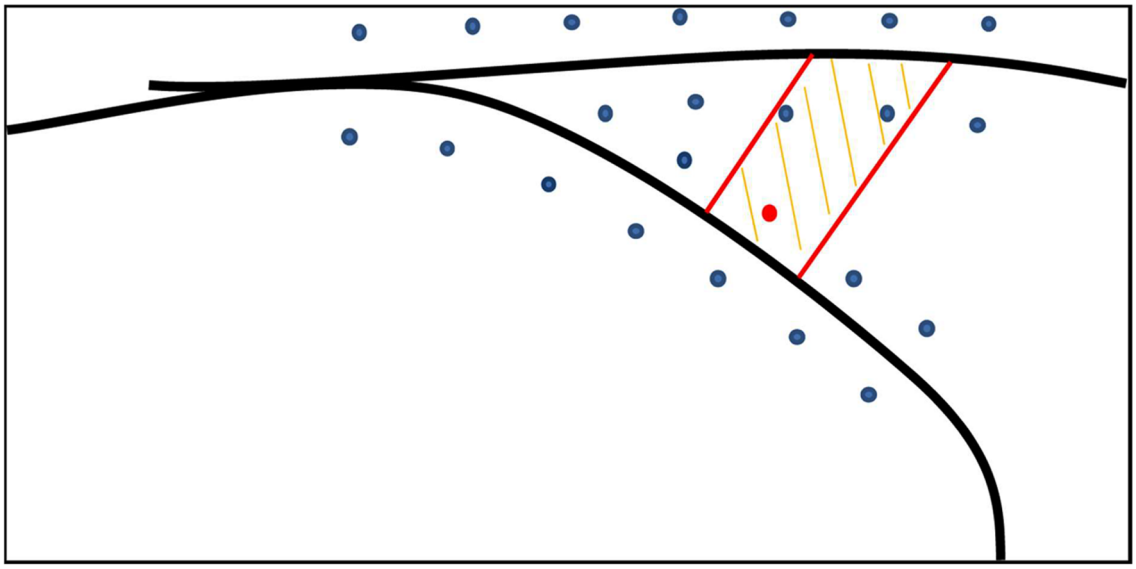
In de richting loodrecht op de weg of spoorweg wordt het gebied voor rijkswegen en hoofdspoorwegen begrensd door de afstand waarop het geluid in de situatie zonder maatregelen als bedoeld in artikel 3.48 Bkl naar verwachting niet hoger is dan de standaardwaarde in L_{den}, bedoeld in artikel 3.34 Bkl. Hiermee wordt de situatie uit artikel 5.10, eerste lid, van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 voortgezet. Voor provinciale wegen en lokale spoorwegen wordt het gebied begrensd door de grens van het geluidaandachtsgebied.

De maximale grens van 2 km is opgenomen om te voorkomen dat bij kruisende infrastructuur vanwege het aaneengesloten geluidaandachtsgebied het geluid op onnodig veel geluidgevoelige gebouwen bepaald moet worden. In de figuren 4 en 5 wordt dit verduidelijkt. De grens van 2 km is daarbij een maximum; als de afstand waarop het geluid niet meer toeneemt als gevolg van de vaststelling van het geluidproductieplafond als omgevingswaarde, kleiner is dan 2 km, kan die afstand worden aangehouden als grens.

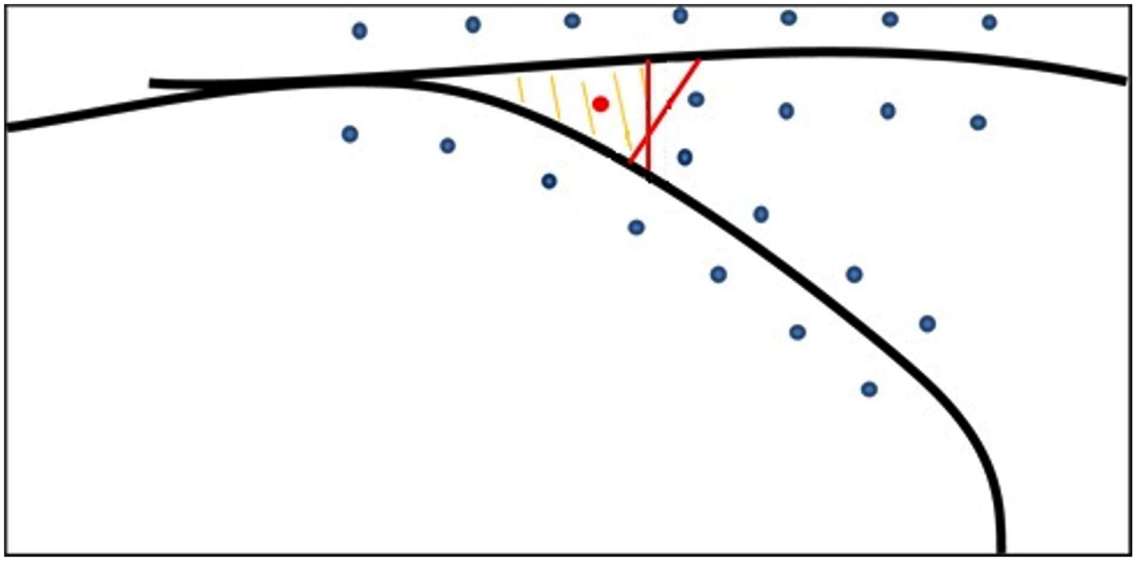
Figuren 1, 2 en 3 geven voorbeelden van het gebied waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen moet worden bepaald, behorende bij het geluidreferentiepunt dat is gelegen in het gearceerde gebied.



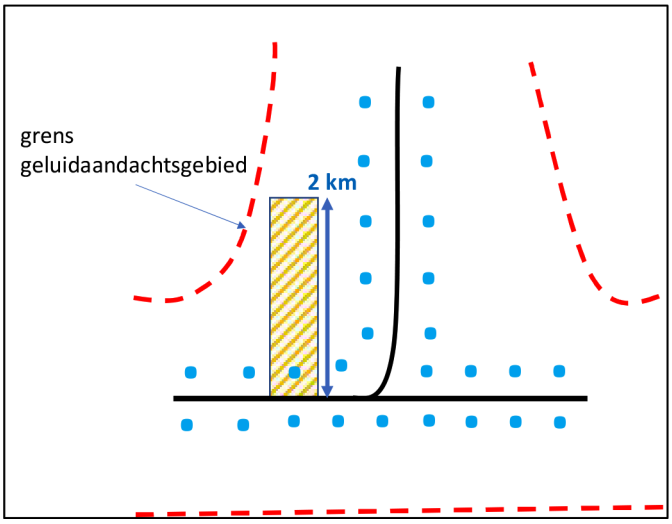
Figuur 1 Voorbeeld gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking moeten worden genomen



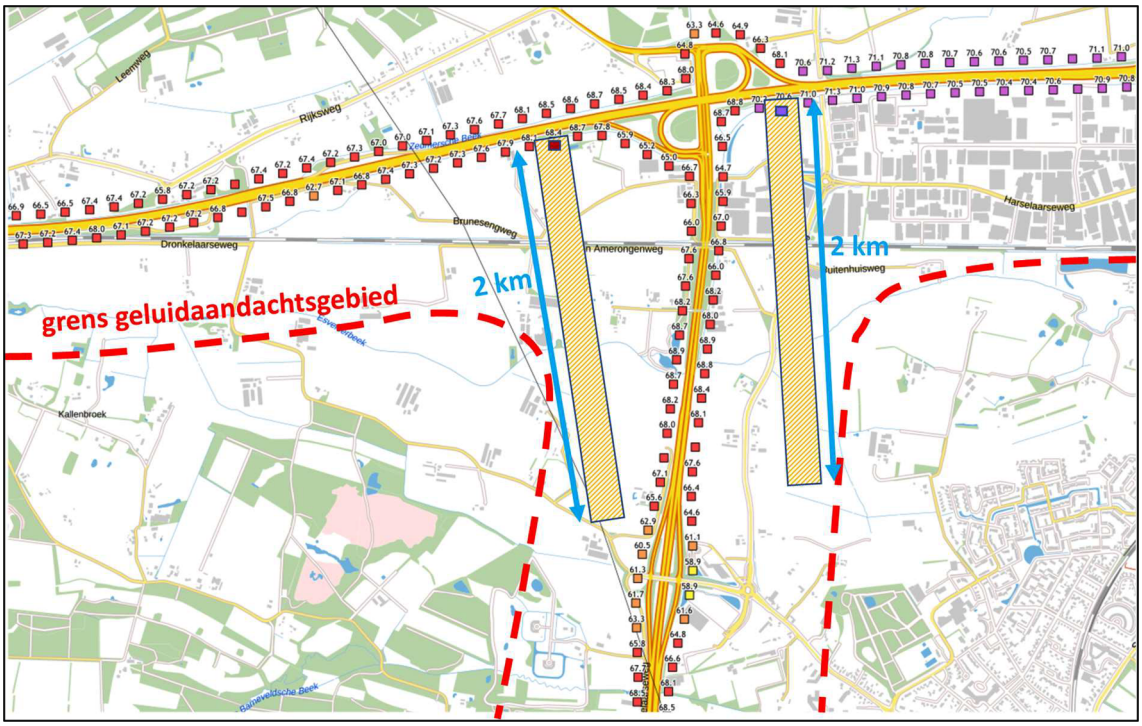
Figuur 2 Voorbeeld gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking moeten worden genomen



Figuur 3 Voorbeeld gebied waarbinnen geluidgevoelige gebouwen in aanmerking moeten worden genomen



Figuur 4 Voorbeeld bij artikel 3.15, tweede lid, onder c



Figuur 5 Voorbeeld bij artikel 3.15, tweede lid, onder c

Derde lid

Het derde lid gaat over de situatie dat de weg of spoorweg waarop het geluidproductieplafond betrekking heeft eindigt. Bij een weg kan het bijvoorbeeld gaan om een rijksweg die overgaat in een provinciale weg of gemeenteweg of een weg die eindigt bij een veerpont. Ook bij een tunnel is in dit opzicht sprake van het eindigen van de weg of spoorweg; langs de tunnel zijn geen geluidreferentiepunten gelegen. Bij de bepaling van de geluidbelasting voor de toets aan de standaardwaarde wordt dan alleen het geluid door de rijksweg, provinciale weg, hoofdspoorweg of lokale spoorweg die bij omgevingsverordening is aangewezen in beschouwing genomen. De onderdelen zijn vergelijkbaar aan die van het tweede lid, met een paar bijzonderheden die hieronder worden toegelicht.

Onder a

Aan het einde van een weg of spoorweg wordt het gebied waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen bepaald moet worden begrensd door de as van de weg of spoorweg en een lijn in het verlengde daarvan.

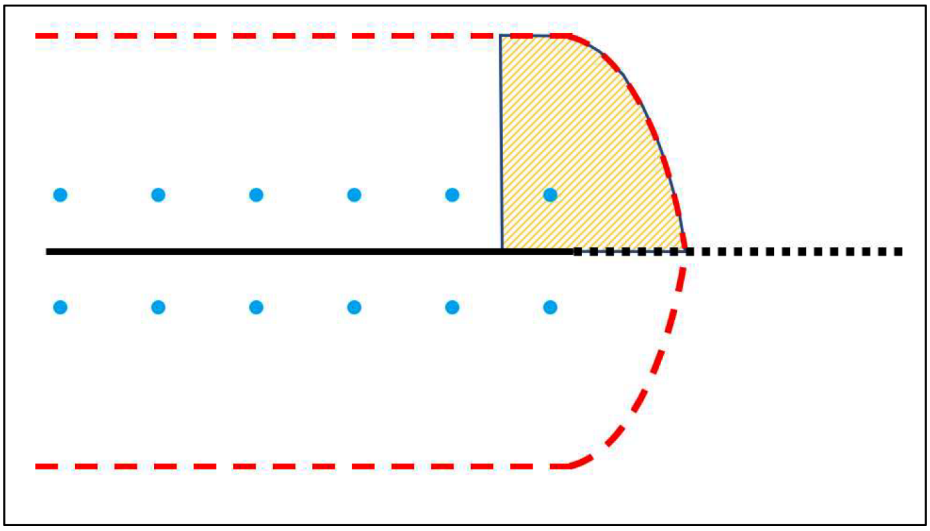
Onder b

Anders dan in de situatie uit het tweede lid, is er aan het einde van de weg of spoorweg maar één naastliggend geluidreferentiepunt om het gebied te begrenzen (tot de halve afstand tot dat naastliggende geluidreferentiepunt).

Onder c

Het gebied waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen bepaald moet worden, wordt loodrecht op de weg of spoorweg en in het verlengde ervan voor rijkswegen en hoofdspoorwegen begrensd door de afstand waarop het geluid in de situatie zonder maatregelen als bedoeld in artikel 3.48 Bkl naar verwachting niet hoger is dan de standaardwaarde in L_{den}, bedoeld in artikel 3.34 Bkl. Hiermee wordt de situatie uit artikel 5.10, eerste lid, van het Reken en meetvoorschrift geluid 2012 voortgezet. Voor provinciale wegen en lokale spoorwegen wordt het gebied begrensd door de grens van het geluidaandachtsgebied. Net als in het tweede lid, onder c, is hier een maximumafstand aan verbonden om te voorkomen dat binnen een onevenredig groot gebied onderzoek gedaan moet worden. Aan het einde van de weg is deze maximumafstand 500 m in plaats van de 2 km uit het tweede lid, omdat ook het aandachtsgebied aan het einde van een weg of spoorweg doorgaans een stuk kleiner is dan in de richting loodrecht op de weg. Daarnaast is bij de afstand van 2 km uitgegaan van een worst case-scenario: een zeer drukke brede weg of spoorweg. Aan het einde van een weg of spoorweg zal daarvan meestal geen sprake zijn. Een rijksweg die bijvoorbeeld overgaat in een provinciale weg zal vanwege de capaciteit van de provinciale weg niet voldoen aan dit worst case-scenario.

In figuur 6 is een voorbeeld gegeven van het gebied waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen moet worden bepaald, behorende bij het geluidreferentiepunt dat is gelegen in het gearceerde gebied voor een weg die eindigt.



Figuur 6 Voorbeeld bij artikel 3.15, derde lid, onder c

Vierde lid

Met het vierde lid wordt voorkomen dat uitstralingseffecten van getroffen maatregelen ertoe leiden dat geluidgevoelige gebouwen binnen een steeds groter gebied in aanmerking moeten worden genomen. Het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde kan ertoe leiden dat geluidbeperkende maatregelen worden getroffen. Deze maatregelen kunnen gevolgen hebben voor het geluid op andere geluidreferentiepunten. Ook voor die geluidreferentiepunten moet het geluidproductieplafond worden aangepast, om het geluidproductieplafond te laten corresponderen met de nieuwe situatie. In het vierde lid is geregeld dat het geluid op de geluidgevoelige gebouwen binnen het gebied rond die geluidreferentiepunten niet bepaald hoeft te worden als het geluid op die geluidreferentiepunten verlaagd wordt.

Artikel 3.16 (correctie voor wegdektype)

Artikel 3.9, waarin de zogenoemde stille banden-aftrek uit de artikelen 3.5 en 5.11 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 wordt voortgezet, is ook van toepassing op rijkswegen en provinciale wegen. Voor een toelichting wordt verwezen naar de toelichting bij artikel 3.9.

Artikel 3.17 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied voor geluidbronnen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden worden vastgesteld, moeten de geluidbrongegevens worden gebruikt die ten grondslag liggen aan die geluidproductieplafonds. Hiermee zijn deze geluidaandachtsgebieden een op een gekoppeld aan de geluidproductieplafonds en daarbij behorende geluidbrongegevens.

Artikel 3.18 (bepalen: geluidbrongegevens rijkswegen en provinciale wegen)

Geluidbrongegevens zijn de gegevens over de geluidemissie van een geluidbron. In bijlage IVe bij de Omgevingsregeling wordt voor wegen ingegaan op de verschillende geluidbrongegevens, de betekenis en hoe de gegevens worden vastgesteld.

Artikel 3.19 (bepalen: geluidbrongegevens spoorwegen)

Geluidbrongegevens zijn de gegevens over de geluidemissie van een geluidbron. In bijlagen IVf en IVh bij de Omgevingsregeling wordt voor spoorwegen ingegaan op de verschillende geluidbrongegevens, de betekenis en hoe de gegevens worden vastgesteld.

Onder g

Het gaat bij de hoogte van de geluidbeperkende werken of bouwwerken om de werkelijke hoogte. Volgens paragraaf 3.3.7 van bijlage IVf bij de Omgevingsregeling wordt voor spoorwegen in verband met de reflectie van een geluidbeperkende werken of bouwwerken soms een correctie toegepast op de hoogte van die werken of bouwwerken (bepaling effectieve hoogte $h_{s,eff}$). Deze gecorrigeerde hoogte is niet de hoogte die in artikel 3.19, onder g, wordt bedoeld. Bijlagen IVe (wegen) en IVh (industrie) bij de Omgevingsregeling kennen een dergelijke correctie op de hoogte van geluidbeperkende werken of bouwwerken niet.

Onder i

Er wordt gesproken van spoorvoertuigen. Dit kunnen treinen zijn, maar ook metro's en trams.

§ 3.1.4 Geluid door industrieterreinen

Artikel 3.20 (toepassingsbereik)

Paragraaf 3.1.4 is van toepassing op het bepalen van het geluid door industrieterreinen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn of worden vastgesteld. Het gaat om industrieterreinen waar activiteiten kunnen worden verricht die in aanzienlijke mate geluid kunnen veroorzaken. Deze activiteiten zijn aangewezen in artikel 5.78b Bkl. Op grond van artikel 2.11a van de Omgevingswet moeten bij omgevingsplan geluidproductieplafonds als omgevingswaarden worden vastgesteld rondom deze industrieterreinen. Daarnaast gaat het om industrieterreinen waarvoor provinciale staten op grond van artikel 2.12a van de Omgevingswet in een omgevingsverordening geluidproductieplafonds als omgevingswaarden hebben vastgesteld.

Artikel 3.21 (bepalen: geluid door industrieterreinen)

Eerste lid

Volgens artikel 3.25, zesde lid, Bkl, zijn op het geluid door industrieterreinen de bij ministeriële regeling gestelde regels van toepassing. In dit artikel en de bijlagen IVh en IVg bij de Omgevingsregeling zijn deze regels opgenomen.

In bijlage IVh is vastgesteld hoe het geluid door een industrieterrein op een geluidgevoelig gebouw wordt bepaald. Voor het bepalen van het geluid op een geluidreferentiepunt wordt daarnaast bijlage IVg gebruikt. Bijlage IVh vervangt de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. Het geluid op een geluidreferentiepunt wordt afgerond op één decimaal, omdat het effect op de geluidproductie door variaties van jaar

tot jaar in de orde zijn van tienden van dB's. Als afgerond zou worden op een heel getal, zouden dergelijke verschillen niet zichtbaar gemaakt worden.

Tweede lid

Door uit te gaan van de gegevens uit het geluidregister wordt steeds met dezelfde vastgestelde gegevens gewerkt. Het gaat om de geluidbrongegevens die horen bij de geluidproductieplafonds als omgevingswaarden die worden vastgesteld en in verband waarmee het geluid op geluidgevoelige gebouwen en geluidreferentiepunten volgens dit artikel wordt bepaald.

Artikel 3.22 (bepalen: geluidaandachtsgebied)

Bij het bepalen van het geluidaandachtsgebied voor geluidbronnen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden worden vastgesteld, moeten de geluidbrongegevens worden gebruikt die ten grondslag liggen aan die geluidproductieplafonds. Hiermee zijn deze geluidaandachtsgebieden een op een gekoppeld aan de geluidproductieplafonds en daarbij behorende geluidbrongegevens.

Artikel 3.23 (bepalen: geluidbrongegevens industrieterreinen)

Geluidbrongegevens zijn de gegevens over de geluidemissie van een geluidbron. In de bijlage IVh bij de Omgevingsregeling wordt voor industrieterreinen ingegaan op de verschillende geluidbrongegevens, de betekenis en hoe de gegevens worden vastgesteld.

Onder d

Voor geluidoverdracht relevante objecten zijn bijvoorbeeld bodemvlakken, procesinstallatiegebieden, vegetatiegebieden en gebouwen. De eigenschappen zijn bijvoorbeeld de mate van absorptie en reflectie.

§ 3.1.5 Gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid

Artikel 3.24 (toepassingsbereik)

Paragraaf 3.1.5 is van toepassing op het bepalen van het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid op een geluidgevoelig gebouw. Op grond van het Bkl moet de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid in een aantal gevallen worden beoordeeld. Welke gevallen dat zijn wordt beschreven in die toelichting bij artikel 3.25. Het gezamenlijke geluid op de gevel van geluidgevoelige gebouwen moet op grond van artikel 3.39 Bkl worden bepaald bij de overschrijding van de hoogste waarde of de grenswaarde bij het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde.

Artikel 3.25 (berekenen: gecumuleerd geluid)

In artikel 3.38 Bkl, waarnaar de begripsbepaling van 'gecumuleerd geluid" in bijlage I bij het Bkl verwijst, is bepaald dat bij de overschrijding van de hoogste waarde of de grenswaarde op een geluidgevoelig gebouw bij het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde, de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid op dat geluidgevoelige gebouw moet worden beoordeeld. Daarnaast moet grond van de artikelen 5.78p, 5.78ac en 5.78af, vierde lid, Bkl, als bij het vaststellen van een omgevingsplan een overschrijding van de standaardwaarde of grenswaarde op een geluidgevoelig gebouw mogelijk wordt gemaakt, de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid op dat geluidgevoelige gebouw worden beoordeeld. Het gecumuleerde geluid is volgens het tweede lid van artikel 3.38 Bkl het volgens bij ministeriële regeling gestelde regels bepaalde geluid door geluidbronsoorten en andere geluidbronnen tegelijk, opgeteld met correctie voor de verschillen in hinderlijkheid. Het gecumuleerde geluid wordt daarbij gebaseerd op een jaargemiddelde geluidbelasting. De correctie voor verschillen in hinderlijkheid van de geluidbronsoorten is gebaseerd op bekende en geaccepteerde dosis-effect relaties[6]. Zoals bepaald in artikel 3.38 Bkl wordt het geluid door wegen, spoorwegen of industrieterreinen alleen betrokken bij de berekening van het gecumuleerde geluid, als het geluidgevoelige gebouw in het geluidaandachtsgebied ligt, dus als het geluid boven de standaardwaarde uit tabel 3.34 Bkl ligt, en wordt het geluid door andere geluidbronsoorten alleen betrokken als dat boven de in artikel 3.38 Bkl aangeven niveaus ligt.

In het tweede lid zijn formules opgenomen waarmee de hinderlijkheid van het geluid door spoorverkeer, industrie, schietbanen en windturbines moet worden omgezet naar geluid met een hinderlijkheid gelijk aan die van wegverkeer. Omdat in de consultatie over de ontwerp-Aanvullingsregeling reacties zijn gegeven

[6] Wegverkeer en railverkeer – Miedema en Oudshoorn (2001), Industrie – Miedema en Vos (2004), Vliegverkeer – Breugelmans et al. (2004), Windturbines – Janssen et al. (2008).

over mogelijke consequenties voor onder andere woningbouw en infrastructuurprojecten van de actualisering van de dosis-effectrelatie voor luchtvaartgeluid is bestuurlijk afgesproken hiernaar een nadere impactanalyse uit te voeren. Door in het derde lid van dit artikel te regelen dat de rekenformule voor luchtvaartgeluid die voortvloeit uit die geactualiseerde dosis-effectrelatie pas vanaf een bij ministerieel besluit te bepalen tijdstip in werking treedt, ontstaat ruimte om die impactanalyse af te ronden en daarover een standpunt te bepalen voordat de rekenformule met de geactualiseerde dosis-effectrelatie wordt ingevoerd. Artikel 17.3 van de Omgevingsregeling regelt dat tot dat tijdstip bij het berekenen van gecumuleerd geluid de niet-geactualiseerde rekenformule voor luchtvaartgeluid uit het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 wordt toegepast.

Voor andere geluidbronnen die qua karakter niet overeenkomen met de voornoemde geluidbronnen, zijn geen formules gegeven om de hinderlijkheid om te rekenen. Als andere bronnen meegenomen worden is nader onderzoek naar omrekeningsfactoren noodzakelijk. De omrekeningsfactoren worden gebaseerd op de hinderlijkheid van de betreffende bron vergeleken met de hinderlijkheid van wegverkeer.

Als een gemeente op grond van artikel 3.27, tweede lid, Bkl, de basisgeluidemissie van een gemeenteweg heeft gebaseerd op het geluid door die gemeenteweg en een lokale spoorweg gezamenlijk, wordt dit geluid bij het bepalen van het gecumuleerde geluid beschouwd als wegverkeer. Het geluid door de afzonderlijke geluidbronsoorten en geluidbronnen, bedoeld in het eerste lid, wordt niet afgerond voordat de formule uit het vierde lid wordt toegepast. Dit is geregeld in artikel 3.27, tweede lid. Hiermee wordt voorkomen dat er zowel afronding van een tussenresultaat als een afronding van het eindresultaat plaatsvindt.

De rekenregels van de hinderequivalente waarde L_{den}* zijn vastgesteld op basis van een methode waarbij het aantal ernstig gehinderden bij een waarde L_{den} van een bepaalde geluidbronsoort gelijk is aan het aantal ernstig gehinderden bij een waarde L_{den}* voor wegen. Met de gebruikte methode wordt over een relevant geluidbereik dit aantal ernstig gehinderden zo goed mogelijk met een kwadratisch verband berekend. Er is gekozen voor een kwadratisch verband, omdat dat een goede relatie geeft tussen het geluid en de mate van ernstige hinder. Bij een lineair verband, zoals in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 werd gebruikt, is deze relatie iets minder goed. Het effect van de keuze om van een lineair verband over te gaan naar een kwadratisch verband is beperkt, namelijk kleiner dan 1 dB. Voor luchtvaartgeluid wordt naast deze wijziging ook de gehanteerde dosis-effectrelatie gewijzigd. In het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 werd gebruik gemaakt van de Miedema-curve[7]. Die wordt vanaf een bij ministerieel besluit te bepalen tijdstip voor luchtvaartgeluid vervangen door de zogenoemde Schiphol-curve[8] (artikel 3.25, derde lid van de Omgevingsregeling). Die curve geeft een beter beeld van de hinder vanwege luchtvaart.
Bij het geluid door industrieterreinen kan het zijn dat in een periode na de inwerkingtreding van de Omgevingswet nog geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden voor een industrieterrein zijn vastgesteld. Voor een dergelijke situatie is in artikel 4.2 (overgangsrecht gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid industrieterreinen) bepaald dat moet worden uitgegaan van de op grond van de Wet geluidhinder, zoals die gold voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet, ten hoogste toegestane geluidbelasting, uitgedrukt in L_{den}.

Artikel 3.26 (bepalen: gezamenlijk geluid)

In artikel 3.39 Bkl is bepaald dat bij de overschrijding van de hoogste waarde of de grenswaarde bij het vaststellen van een geluidproductieplafond als omgevingswaarde, het gezamenlijke geluid op de gevel van geluidgevoelige gebouwen moet worden bepaald. Het gezamenlijke geluid is volgens het tweede lid van artikel 3.39 Bkl het volgens bij ministeriële regeling gestelde regels bepaalde geluid door geluidbronsoorten en andere geluidbronnen tegelijk, opgeteld zonder correctie voor de verschillen in hinderlijkheid.

Eerste lid

Het bepalen van het gezamenlijk geluid vindt plaats door optelling van de totale geluidniveaus. Het gezamenlijk geluid wordt gebruikt bij het bepalen van noodzakelijke geluidwerende maatregelen. Bij de volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering van de gevel wordt voor het spectrum van het gezamenlijk geluid in eerste aanleg gebruik gemaakt van een standaardspectrum zoals deze is opgenomen in de NEN 5077. Als standaardspectrum zal gekozen worden voor een spectrum behorende bij de meest dominante geluidbronsoort.

---

7 Miedema en Oudshoorn, 2001.

8 'Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002. Tussenrapportage Monitoring Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol", RIVM-rapport 630100001/2004, 2004, ook wel aangeduid als GES-onderzoek 2002.

Het geluid door de afzonderlijke geluidbronsoorten en andere geluidbronnen, bedoeld in het eerste lid, wordt niet afgerond voordat de formule uit het tweede lid wordt toegepast. Dit is geregeld in artikel 3.27, tweede lid. Hiermee wordt voorkomen dat er zowel afronding van een tussenresultaat als een afronding van het eindresultaat plaatsvindt. Het geluid door luchtvaart en schietbanen wordt wel weergegeven in afgeronde waarden. Deze worden namelijk verkregen uit 1 dB geluidcontouren.

Tweede lid

Het kan voorkomen dat het wenselijk is om van een afwijkend spectrum gebruik te maken. De NEN 5077 voorziet hierin. Dit kan het geval zijn bij bijvoorbeeld bepaalde industriële installaties die een sterk afwijkend geluidspectrum kennen in vergelijking met de standaardspectra. In die situaties kan het gezamenlijk geluid per octaafband worden bepaald. Dit spectrale gezamenlijke geluid kan gebruikt worden bij de bepaling van de karakteristieke geluidwering volgens NEN 5077.

Artikel 3.27 (bepalen: gezamenlijk geluid en gecumuleerd geluid)

Eerste lid

Bij het bepalen van het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid moet op grond van de artikelen 3.38 en 3.39 Bkl het geluid door luchtvaart, windturbines, buitenschietbanen en springterreinen worden betrokken. Voor het bepalen van dit geluid moeten de gegevens uit het geluidregister worden gebruikt. In artikel 11.51 Bkl is geregeld welke gegevens het geluidregister moet bevatten voor deze activiteiten. Voor het geluid door luchtvaart is dit de 48 dB L_{den} geluidcontour, de 20 Kosteneenheden geluidcontour en de binnen die contouren gelegen 1 dB L_{den} -geluidcontouren. Voor het geluid door een windturbine of een windpark op een industrieterrein zijn dit de geluidbrongegevens. In artikel 3.28 is bepaald wat de geluidbrongegevens van een windturbine zijn. Voor het geluid door een civiele buitenschietbaan, een militaire buitenschietbaan of een militair springterrein op een industrieterrein gaat het om het gebied waarbinnen dat geluid hoger is dan 50 dB $Bs_{,dan}$ en de binnen die contouren gelegen 1 dB $Bs_{,dan}$ -geluidcontouren.

Tweede lid

Bij het bepalen van het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid wordt op grond van de artikelen 3.25 en 3.26 het geluid door verschillende geluidbronnen omgerekend tot het gecumuleerde geluid en het gezamenlijke geluid. In dit lid is geregeld dat het geluid door de verschillende geluidbronnen niet wordt afgerond, voordat het gebruikt wordt voor het bepalen van het gecumuleerde en het gezamenlijke geluid. Hiermee wordt voorkomen dat er zowel afronding van een tussenresultaat als een afronding van het eindresultaat plaatsvindt.

Artikel 3.28 (bepalen: geluidbrongegevens windturbine bij gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid)

Bij het bepalen van gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid wordt ook het geluid door windturbines betrokken. Bij het bepalen van het geluid door een windturbine worden de geluidbrongegevens uit het geluidregister gebruikt. Geluidbrongegevens zijn de gegevens over de geluidemissie van een geluidbron. In bijlage IVi bij de Omgevingsregeling is aan de hand van afbeeldingen aangegeven hoe het middelpunt van de rotor en de ashoogte van een windturbine bepaald worden.

§ 3.1.6 Maatregelpunten en geluidbeperkende maatregelen

Artikel 3.29 (bepalen: maatregelpunten en geluidbeperkende maatregelen)

De financiële doelmatigheid van geluidbeperkende maatregelen wordt bepaald aan de hand van maatregelpunten per geluidbeperkende maatregel en reductiepunten. De reductiepunten zijn opgenomen in bijlage Va bij het Bkl. In bijlage IVj, tabellen 1 en 2, bij de Omgevingsregeling, zijn de maatregelpunten opgenomen.

De maatregelpunten zijn per maatregel gebaseerd op de gemiddelde kosten uit het verleden voor een dergelijke maatregel. Daarbij is rekening gehouden met de voorbereiding van de maatregel en de begeleiding van en het toezicht op de aanleg van de maatregel, de totale aanlegkosten van de maatregel, inclusief direct daaraan gerelateerde posten zoals verkeersvoorzieningen en veiligheidsmaatregelen en daarnaast (jaarlijks) beheer, onderhoud en noodzakelijke vervanging gedurende een periode van 30 jaar. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van ervaringsgetallen die gegeneraliseerd zijn. Hierdoor zullen de gehanteerde maatregelpunten in gemiddelde situaties overeenkomen met de werkelijk benodigde

investeringen over een periode van 30 jaar, maar zullen daadwerkelijke ramingen van de kosten voor een maatregel altijd afwijken.

Tweede lid

In het tweede lid is geregeld dat bij het bepalen van de maatregelpunten zowel de eventuele bestaande geluidbeperkende maatregelen als nieuw te treffen geluidbeperkende maatregelen worden betrokken. Voor het bepalen van de reductiepunten wordt immers uitgegaan van de toekomstige geluidbelasting zonder aanwezigheid van geluidbeperkende maatregelen. De maatregelpunten voor maatregelen die in werkelijkheid al aanwezig zijn, worden daarom ook meegenomen in de afweging.

Het gaat om de maatregelpunten ten opzichte van de situatie zonder maatregelen, bedoeld in artikel 3.48 Bkl. Daarin is bepaald dat een situatie zonder maatregelen een situatie is waarin (a) een weg of spoorweg voldoet aan de eisen van artikel 3.29 Bkl en (b) geen geluidbeperkende maatregelen, waarvoor maatregelpunten gelden, zijn getroffen. Het gaat om de toekomstige geluidbelasting op een geluidgevoelig gebouw vanwege een weg of spoorweg in het geval er geen geluidbeperkende werken of bouwwerken aanwezig zijn die zijn geplaatst om het geluid door de weg op een geluidgevoelig gebouw te beperken. Geluidbeperkende maatregelen die al aanwezig zijn worden buiten beschouwing gelaten. Bij de situatie zonder maatregelen wordt er wel van uitgegaan dat een weg of spoorweg in elk geval voldoet aan de minimum akoestische kwaliteit als bedoeld in artikel 3.29 Bkl. Dit is immers als minimumstandaard voor een weg of spoorweg vastgelegd.

Vierde lid

De financiële doelmatigheid van een geluidbeperkende maatregel wordt niet altijd bepaald aan de hand van maatregelpunten. In sommige gevallen wordt de financiële doelmatigheid bepaald door de werkelijke kosten van aanleg en onderhoud van die maatregel af te wegen tegen de geluidreductie en de hoogte van de geluidbelasting die door de maatregel wordt bereikt (artikel 3.49, vijfde lid, Bkl). Deze maatregelen zijn opgenomen in bijlage IVj, tabel 3, bij de Omgevingsregeling.

Wijzigingen paragraaf 6.2.1 (Geluid door activiteiten) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

Hoofdstuk 6 van de Omgevingsregeling stelt regels over de meet- en rekenmethoden over activiteiten waarvoor in het omgevingsplan, de waterschapsverordening of de omgevingsverordening op grond van artikel 4.1 van de Omgevingswet waarden zijn gesteld. Deze meet- en rekenmethoden zijn algemene rijksregels die gericht zijn tot degene die de activiteit verricht. De regels zijn van toepassing zodra in het omgevingsplan, de waterschapsverordening of de omgevingsverordening over het onderwerp regels met een kwantitatieve waarde (waarde uitgedrukt in een getal) zijn gesteld.

De meet- en rekenregels in hoofdstuk 6 zien op activiteiten waarover in een omgevingsplan, waterschapsverordening of omgevingsverordening regels zijn gesteld. Daarbij kan het ook gaan om maatwerkregels (artikel 4.6, eerste lid, van de Omgevingswet). Dit betekent dat, waar een omgevingsplan, waterschapsverordening of omgevingsverordening normaal gesproken zelf voorziet in regels voor het bepalen of aan normen in dat plan of die verordening wordt voldaan, voor de in dit hoofdstuk aangegeven decentrale regulering van activiteiten de meet- en rekenregels in dit hoofdstuk van toepassing zijn. Het gaat – anders dan de meet- en rekenregels van de hoofdstukken 8 en 12 – om meet- en rekenregels om te bepalen of wordt voldaan aan de regels van het omgevingsplan, aan de regels van de waterschapsverordening en aan de regels van de omgevingsverordening. In paragraaf 6.2.1 van de Omgevingsregeling zijn meet- en rekenregels opgenomen voor het bepalen van geluid. Met deze regeling worden zodanige wijzigingen aangebracht aan de artikelen 6.4, het toepassingsbereik, en 6.6, over de manier waarop het geluid wordt bepaald, dat de paragraaf ook van toepassing is op en toepasbaar is voor activiteiten op een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld. Door de verruiming van het toepassingsbereik van paragraaf 6.2.1 zijn daarnaast de artikelen 6.8 en 6.9 van de Omgevingsregeling, over het berekenen van het geluid door een windturbine of windpark en door civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen, ook van toepassing als deze activiteiten op een industrieterrein worden verricht waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld.

Het opschrift van paragraaf 6.2.1 is aangepast aan dat van paragraaf 5.1.4.2 Bkl.

Wijziging artikel 6.4 (toepassingsbereik) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

In artikel 6.4 is benadrukt dat paragraaf 6.2.1 niet van toepassing is op het bepalen van het geluid door spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen en doorgaand verkeer op wegen, vaarwegen en spoorwegen. Voor deze activiteiten bevat het omgevingsplan namelijk geen waarden. De paragraaf is van toepassing

op het bepalen van het geluid bij het toelaten van alle overige activiteiten, anders dan het wonen. Dit betekent dat de paragraaf wel van toepassing is op het bepalen van het geluid door activiteiten, anders dan het wonen, die worden verricht op een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld. Het gaat dan om het geluid door de afzonderlijke activiteiten en niet om het geluid door het industrieterrein als geheel. Daarvoor is, net als voor het geluid door spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen en doorgaand verkeer op wegen, vaarwegen en spoorwegen, in hoofdstuk 3 van de Omgevingsregeling (zoals gewijzigd met deze regeling) geregeld hoe het geluid wordt bepaald.

Wijziging artikel 6.5 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

De hoogte waarop het geluid wordt bepaald is voor woonschepen veranderd. Bij woonschepen wordt het geluid niet bepaald op twee derde van de hoogte van een bouwlaag, maar op 1 m boven het maaiveld, omdat de hoogte van de bouwlagen door wisselingen van de waterstand kan fluctueren. Als de begrenzing van de locatie op het water ligt, wordt gekeken naar het maaiveld dat direct aan de ligplaats grenst. Daarbij is een kleinere hoogte boven lokaal maaiveld genomen dan de hoogte die overeenkomt met twee derde van een bouwlaag. Het niveau van het water waarin een woonschip ligt, is namelijk doorgaans lager is dan de vaste wal waar de ligplaats aan grenst. Met deze aanpassing is aangesloten bij artikel 5.4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

Wijziging artikel 6.6 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan specifieke activiteiten, op een geluidgevoelig gebouw of andere locatie) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

In artikel 6.6 van de Omgevingsregeling is geregeld hoe het geluid door activiteiten, anders dan specifieke activiteiten, op een geluidgevoelig gebouw of andere locatie wordt bepaald. Het artikel is zo aangepast, dat het ook van toepassing is op het bepalen van het geluid, bedoeld in artikel 5.78b, tweede lid, Bkl en het bepalen van het geluid in het geval het omgevingsplan waarden bevat waarmee uitvoering is gegeven aan artikel 5.78f Bkl. Artikel 5.78b, tweede lid, Bkl gaat over het waarborgen dat het geluid op een afstand van 50 meter van de begrenzing van de locatie van de activiteit bepaalde waarden niet overschrijdt. Op grond van artikel 5.78f Bkl bevat het omgevingsplan regels voor activiteiten gericht op het voldoen aan de geluidproductieplafonds die als omgevingswaarden zijn vastgesteld voor een industrieterrein. Als daarvoor geluidwaarden worden gesteld voor activiteiten op het industrieterrein, zijn de meet- en rekenregels uit artikel 6.7 van de Omgevingsregeling van toepassing.

Eerste lid

In het eerste lid is de verwijzing naar de Handleiding meten en rekenen industrielawaai vervangen door een verwijzing naar bijlage IVh bij de Omgevingsregeling, die in de plaats komt van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. In paragraaf 2.4 van het algemeen deel van de toelichting wordt ingegaan op het vervangen van de handleiding door bijlage IVh.

Vierde lid

In het nieuwe vierde lid is geregeld dat bij het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken.

Wijziging artikel 6.7 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

Aan dit artikel is een tweede lid toegevoegd om aan te sluiten bij het Bbl. Net als bij de toepassing van het Bbl, is bepaald dat op één punt afgeweken moet worden van NEN 5077. In afwijking van tabel 6 van die norm geldt dat de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle ‘open’ respectievelijk ‘aan’ zijn.

Wijziging artikel 6.8 (berekenen: geluid door een windturbine of windpark) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

Het tweede lid van artikel 6.8 van de Omgevingsregeling is gewijzigd, omdat de rekenmethode voor het berekenen van het gecumuleerde geluid niet langer in bijlage XXVI bij de Omgevingsregeling is opgenomen, maar in artikel 3.25. Bijlage XXVI is met deze regeling verwijderd.

Wijziging artikelen 6.8 en 6.9 (berekenen: geluid door een windturbine of windpark, berekenen: geluid door civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen) [artikel 4.1, tweede lid, van de Omgevingswet]

Aan de artikelen 6.8 (windturbines en windparken) en 6.9 (civiele en militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen) van de Omgevingsregeling is een lid toegevoegd, waarin is geregeld dat bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken.

Wijziging artikel 8.14 (berekenen: afronding) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Met de wijziging van artikel 8.14, tweede lid, is aangesloten bij de formulering van de artikelen 3.7, 3.14, 3.21 en 12.71d van de Omgevingsregeling.

Wijzigingen paragraaf 8.2.3.2 (Geluid) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Hoofdstuk 8 van de Omgevingsregeling bevat de meet- en rekenregels die nodig zijn voor de toepassing van de instructieregels uit afdeling 5.1 Bkl die kwantitatieve normen (normen uitgedrukt in een getal) bevatten voor het omgevingsplan.

Afdeling 8.2 bevat de meet- en rekenregels die worden gebruikt bij de vaststelling van omgevingsplannen. Afdeling 5.1 Bkl bepaalt dat bij het toelaten van bepaalde (categorieën van) activiteiten in het omgevingsplan onder andere voor het aspect geluid (paragraaf 8.2.3.2 Omgevingsregeling) een bepaalde waarde in acht moet worden genomen, met een bepaalde waarde rekening moet worden gehouden of dat er waarden in het omgevingsplan kunnen worden opgenomen. Deze waarden moeten worden bepaald met de in deze afdeling van de regeling opgenomen meet- en rekenregels.

Met deze regeling worden zodanige wijzigingen aangebracht dat paragraaf 8.2.3.2 ook van toepassing is op en toepasbaar is voor industrieterreinen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld en wegen en spoorwegen.

Wijziging artikel 8.20 (toepassingsbereik) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

In artikel 8.20 van de Omgevingsregeling is het toepassingsbereik van paragraaf 8.2.3.2 uitgebreid met het bepalen van het geluid op een afstand van 50 m vanaf de begrenzing van de locatie waar de activiteit wordt verricht. Hiermee is aangesloten bij artikel 5.78c Bkl, waarin activiteiten worden aangewezen die in aanzienlijke mate geluid kunnen veroorzaken. Rondom industrieterreinen waarop deze activiteiten kunnen worden verricht moeten op grond van artikel 2.11a van de Omgevingswet geluidproductieplafonds als omgevingswaarden worden vastgesteld. Buiten de aanwijzing uit artikel 5.78c Bkl vallen activiteiten waarvoor het omgevingsplan of een omgevingsvergunning voor een buitenplanse omgevingsplanactiviteit waarborgt dat het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ van het geluid op een afstand van 50 m vanaf de begrenzing van de locatie waar de activiteit wordt verricht, niet meer bedraagt dan de standaardwaarden uit het Bkl. Om die reden is paragraaf 8.2.3.2 nu ook van toepassing op het bepalen van een afstand op 50 m vanaf de begrenzing van de locatie waar de activiteit wordt verricht.

Op grond van artikel 8.20 van de Omgevingsregeling is paragraaf 8.2.3.2 van toepassing op het bepalen van het geluid bij het toelaten van een activiteit als bedoeld in artikel 5.55, eerste lid, onder a, Bkl en een geluidgevoelig gebouw waarop geluid wordt veroorzaakt door een dergelijke activiteit. Het gaat daarbij om activiteiten, anders dan het wonen. Onder het toepassingsbereik van paragraaf 8.2.3.2 valt dus ook het geluid van spoorvoertuigen op spoorwegemplacementen, doorgaand verkeer op wegen, vaarwegen en spoorwegen en (activiteiten op) een industrieterrein waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld.

Wijziging artikel 8.21 (bepalen: waar het geluid wordt bepaald) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

De hoogte waarop het geluid wordt bepaald is voor woonschepen veranderd. Bij woonschepen wordt het geluid niet bepaald op twee derde van de hoogte van een bouwlaag, maar op 1 m boven het maaiveld, omdat de hoogte van de bouwlagen door wisselingen van de waterstand kan fluctueren. Als de begrenzing van de locatie op het water ligt, wordt gekeken naar het maaiveld dat direct aan de ligplaats grenst. Daarbij is een kleinere hoogte boven lokaal maaiveld genomen dan de hoogte die overeenkomt met twee

derde van een bouwlaag. Het niveau van het water waarin een woonschip ligt, is namelijk doorgaans lager is dan de vaste wal waar de ligplaats aan grenst. Met deze aanpassing is aangesloten bij artikel 5.4 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

Wijziging artikel 8.22 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, op een geluidgevoelig gebouw) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Eerste lid

In het eerste lid is de verwijzing naar de Handleiding meten en rekenen industrielawaai vervangen door een verwijzing naar bijlage IVh bij de Omgevingsregeling, die in de plaats komt van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. In paragraaf 2.4 van het algemeen deel van de toelichting wordt ingegaan op het vervangen van de handleiding door bijlage IVh.

Vierde lid

Er is een nieuw vierde lid toegevoegd, waarin is geregeld dat bij het bepalen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken.

Wijziging artikelen 8.23 (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen in- en aanpandige geluidgevoelige gebouwen) en 8.24 Or (bepalen: geluid door activiteiten, anders dan door specifieke activiteiten, in geluidgevoelige ruimten binnen niet in- of aanpandige geluidgevoelige gebouwen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Aan deze artikelen is een tweede lid toegevoegd om aan te sluiten bij het Bbl. Net als bij de toepassing van het Bbl, is bepaald dat op één punt afgeweken moet worden van NEN 5077. In afwijking van tabel 6 van die norm geldt dat de standen van de ventilatieopeningen en van de mechanische ventilatie alle ‘open’ respectievelijk ‘aan’ zijn.

Wijziging artikel 8.25 (berekenen: geluid door een windturbine of windpark) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Het derde lid van artikel 8.25 is gewijzigd omdat de rekenmethode voor het berekenen van het gecumuleerde geluid niet langer in bijlage XXVI bij de Omgevingsregeling is opgenomen, maar in artikel 3.25. Bijlage XXVI is met deze regeling verwijderd.

Daarnaast is een lid toegevoegd, waarin is geregeld dat bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken.

Wijziging artikel 8.26 (berekenen: geluid door civiele buitenschietbanen, militaire buitenschietbanen en militaire springterreinen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Aan artikel 8.26 van de Omgevingsregeling is een lid toegevoegd waarin is geregeld dat bij het berekenen van het geluid op een geluidgevoelig gebouw het geluid dat wordt gereflecteerd door de gevel waarop het geluid wordt bepaald buiten beschouwing wordt gelaten. Dit betekent dat alleen het invallende geluid wordt betrokken.

Nieuw artikel 8.26a (bepalen: geluid wegen, spoorwegen, industrieterreinen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Eerste lid

In dit lid is bepaald dat het geluid door industrieterreinen waarvoor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld en het geluid door wegen en spoorwegen bij de toepassing van hoofdstuk 8 van de Omgevingsregeling wordt bepaald volgens de paragrafen 3.1.1 tot en met 3.1.4 van de Omgevingsregeling. Dit geluid wordt bepaald bij het toelaten van een industrieterrein, weg of spoorweg of bij het toelaten van een geluidgevoelig gebouw nabij een industrieterrein, weg of spoorweg.

Tweede lid

In het tweede lid is bepaald dat de artikelen 3.25, 3.27 en 3.28 van toepassing zijn op het berekenen van het gecumuleerde geluid. Op grond van de artikelen 5.78p, 5.78ac en 5.78af, vierde lid, Bkl, moet namelijk als bij het vaststellen van een omgevingsplan een overschrijding van de standaardwaarde of grenswaarde op een geluidgevoelig gebouw wordt toegelaten, de aanvaardbaarheid van het gecumuleerde geluid op dat geluidgevoelige gebouw worden beoordeeld.

Nieuw artikel 8.26b (afbakening gebied waarbinnen het geluid door een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg wordt bepaald) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Een omgevingsplan dat de aanleg of wijziging van een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg zonder geluidproductieplafonds als omgevingswaarden toelaat, voorziet er op grond van artikel 5.78m, eerste lid, Bkl in dat de standaardwaarde niet wordt overschreden of dat er geen toename is van het geluid ten opzichte van de situatie voor de aanleg of wijziging (artikel 5.78m, tweede lid, Bkl). Om te voorkomen dat bij de aanleg of wijziging van een gemeenteweg, waterschapsweg of lokale spoorweg of de wijziging van het gebruik van een lokale spoorweg alle geluidgevoelige gebouwen in het geluidaandachtsgebied van de geluidbronsoort moeten worden onderzocht, is het gebied waarbinnen het geluid op geluidgevoelige gebouwen moet worden bepaald met dit artikel beperkt. De beperking houdt in dat het geluid alleen hoeft te worden bepaald op geluidgevoelige gebouwen waar de standaardwaarde, verminderd met 10 dB, naar redelijke verwachting zal worden overschreden. Zo wordt bereikt dat het geluid niet hoeft te worden bepaald op geluidgevoelige gebouwen waarop de geluidbelasting vanwege een nieuwe weg of spoorweg of vanwege het gedeelte van de te wijzigen weg of spoorweg van geen significante invloed meer is. Bij de standaardwaarde verminderd met 10 dB zal de bijdrage van het aan te leggen of te wijzigen deel van de weg of spoorweg niet leiden tot een significante toename van geluid vanwege die geluidbronsoort.

Wijziging opschrift paragraaf 12.2.3.1

Met de wijziging van het opschrift van paragraaf 12.2.3.1 is aangesloten bij het opschrift van paragraaf 11.2.5.1 Bkl.

Nieuw artikel 12.71c (monitoring voor geluidproductieplafonds als omgevingswaarden) [artikel 20.3, eerste lid, van de Omgevingswet]

Eerste lid

Op grond van artikel 11.45 Bkl worden geluidproductieplafonds als omgevingswaarden gemonitord door de geluidproductie te berekenen. In artikel 12.71c van de Omgevingsregeling is bepaald dat op het berekenen van de geluidproductie voor de monitoring, de artikelen 3.14, eerste lid, aanhef en onder b en d, vierde en vijfde lid, 3.16 en 3.21, eerste lid, aanhef en onder b, en derde lid, van de Omgevingsregeling van toepassing zijn. Anders dan bij het bepalen van het geluid voor de vaststelling van geluidproductieplafonds als omgevingswaarden wordt bij monitoring uitgegaan van het werkelijke geluid. Om die reden wordt geen plafondcorrectiewaarde toegepast en wordt niet uitgegaan van de geluidbrongegevens uit het geluidregister.

Nieuw artikel 12.71d (bepalen: geluidemissie in L_{den} en verschil tussen geluidemissie in L_{den} en basisgeluidemissie) [artikel 20.3, eerste lid, van de Omgevingswet]

De basisgeluidemissie is de referentie bij de monitoring van het geluid door gemeentewegen, waterschapswegen en lokale spoorwegen waarvoor geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld. De geluidemissie in L_{den}, die voor de monitoring wordt afgezet tegen de basisgeluidemissie, wordt bepaald volgens bijlage IVd bij de Omgevingsregeling. Deze bijlage is ook van toepassing op het berekenen van de basisgeluidemissie.

In bijlage IVd is ook geregeld hoe de geluidemissie moet worden berekend als het bevoegd gezag ervoor kiest de basisgeluidemissie te baseren op het geluid door een gemeenteweg en een lokale spoorweg gezamenlijk.

Tweede lid

Als de toename van het verkeer minder dan 40% is onder verder gelijkblijvende omstandigheden, kan ervan uit worden gegaan dat de toename van de geluidemissie geen 1,5 dB bedraagt. Er moet worden onderbouwd dat de toename van het verkeer kleiner is dan 40%. Dat kan bijvoorbeeld door in te gaan op ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving en verkeersstromen op andere wegen. Als er geen ruimtelijke ontwikkelingen zijn zoals woningbouw of toename van bedrijvigheid en als er ook geen wijzigingen zijn in verkeersstromen elders of andere ontwikkelingen of wijzigingen die tot toename van het verkeer kunnen

leiden, zijn dit indicaties voor een kleinere toename dan 40%. Daarnaast moet kunnen worden onderbouwd dat de omstandigheden van de weg en het verkeer (nagenoeg) ongewijzigd zijn. Daarbij kan gedacht worden aan de samenstelling van het verkeer, de verdeling over het etmaal, de maximale snelheid en de wegverharding.

Derde lid

In een situatie waarin in het geheel geen veranderingen hebben plaatsgevonden, kan worden volstaan met een kwalitatieve beschrijving en hoeft, anders dan op grond van het tweede lid, geen onderbouwing te worden gegeven over de omstandigheden van het verkeer.

Nieuw artikel 12.71e (Informatiemodel Geluid) [artikel 20.6, derde lid, van de Omgevingswet]

Gegevens voor het geluidregister worden aangeleverd met het Informatiemodel Geluid. Zoals aangegeven in bijlage II bij de Omgevingsregeling is dit informatiemodel beschikbaar gesteld op https://docs.geostandaarden.nl/cvgg/img.

Nieuw artikel 12.71f (coördinaten geluidreferentiepunt) [artikel 20.10, derde lid, van de Omgevingswet]

Op grond van artikel 11.51 Bkl wordt de ligging van geluidreferentiepunten opgenomen in het geluidregister. In dit artikel is geregeld dat de ligging van een geluidreferentiepunt wordt uitgedrukt in coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting.

Wijziging artikelen 12.74 (geluidbelastingkaarten voor agglomeraties: tabellen), 12.78 (verbeelding van activiteiten op industrieterreinen op geografische kaarten) en 12.82 (geluidbelastingkaarten voor belangrijke wegen, belangrijke spoorwegen en belangrijke luchthavens: tabellen) [artikel 20.6, derde lid, van de Omgevingswet]

Op grond van de artikelen 12.74 en 12.82 van de Omgevingsregeling moet in de tabellen van een geluidbelastingkaart, voor zover beschikbaar, het aantal woningen worden weergegeven dat op grond van de Wet milieubeheer, de Wet geluidhinder, de Woningwet of de Wet luchtvaart is voorzien van extra geluidwering. Hieraan is toegevoegd dat ook woningen die op grond van de Omgevingswet zijn voorzien van extra geluidwering in de tabellen moeten worden opgenomen. De vermelding van wetten die (deels) zijn ingetrokken, zoals de Wet geluidhinder, blijft in deze artikelen staan, omdat de woningen die op grond van deze wetten zijn voorzien van extra geluidwering nog wel in de tabellen vermeld moeten worden.

Aan artikel 12.78 van de Omgevingsregeling is toegevoegd dat naast de zone rond het industrieterrein, vastgesteld op grond van artikel 40 van de Wet geluidhinder, het geluidaandachtsgebied rond een industrieterrein, vastgesteld op grond van artikel 3.31 Bkl, moet worden weergegeven op geografische kaarten.

Nieuw artikel 17.2 (overgangsrecht formulier te saneren gebouwen) [artikel 20.6, derde lid, van de Omgevingswet]

Op grond van artikel 15.2 Omgevingsbesluit stellen het college van burgemeester en wethouders, het dagelijks bestuur van een waterschap en gedeputeerde staten een lijst vast van geluidgevoelige gebouwen waarvoor geluidbeperkende maatregelen moeten worden getroffen vanwege het geluid door wegen en spoorwegen, voor zover deze bestuursorganen daarvoor het bevoegd gezag zijn. Deze lijst wordt vastgesteld volgens het 'Formulier saneringslijst' dat beschikbaar is gesteld op de website van het Bureau Sanering Verkeerslawaai: www.bureausaneringverkeerslawaai.nl.

De lijst bevat voor elk geluidgevoelig gebouw in ieder geval (artikel 15.2, vierde lid, Omgevingsbesluit):
a. de in de Basisregistratie adressen en gebouwen opgenomen identificatienummers; en
b. het in het tweede lid bedoelde geluid op het gebouw.

Artikel 15.3 Omgevingsbesluit bepaalt dat een ontwerp van de lijst wordt gepubliceerd en dat de Minister van Infrastructuur en Waterstaat in de gelegenheid wordt gesteld een zienswijze naar voren te brengen. Ook moet bij de publicatie worden aangegeven hoe het publiek bij de samenstelling van de lijst wordt betrokken. Verder bepaalt dit artikel dat de lijst wordt samengesteld langs elektronische weg en dat een afschrift van de definitieve lijst op elektronische wijze aan de Minister wordt toegezonden.

Het Formulier saneringslijst bestaat uit een voorblad met algemene gegevens, een sjabloon voor de saneringslijst en een toelichting per veld in het sjabloon. Met het verplichte identificatienummer van het verblijfsobject uit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) kunnen de bijbehorende gegevens worden verkregen uit de BAG; deze gegevens hoeven daarom niet te worden aangeleverd, maar het kan wel. De geluidwaarde is een verplicht gegeven. Nog een verplicht gegeven is de functie van een gebouw.

De functie van een gebouw bepaalt of het gebouw een geluidgevoelig gebouw is en het is daarom voor het samenstellen van de saneringslijst noodzakelijk de functie van een gebouw vast te stellen. Voor provincies is het verplicht aan te geven of een gebouw binnen of buiten de bebouwde kom ligt, omdat de grenswaarden voor deze situaties verschillend zijn en hieraan wordt getoetst of een gebouw op de saneringslijst moet worden geplaatst.

Enkele andere gegevens worden op het formulier uitgevraagd omdat deze nodig zijn voor verdere verwerking, onder andere voor de financiële planning van de sanering. Als deze gegevens beschikbaar zijn, is het wenselijk dat ze worden aangeleverd; als ze niet beschikbaar zijn, kunnen ze ook later in het proces van subsidieverlening worden aangeleverd.

Nieuw artikel 17.3 (overgangsrecht: rekenformule luchtvaartgeluid bij berekenen gecumuleerd geluid) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

In de consultatie over de ontwerp-Aanvullingsregeling geluid Omgevingswet zijn reacties gegeven over de rol van luchtvaartgeluid bij cumulatie. In artikel 3.25, derde lid, van de Omgevingsregeling wordt de dosis-effectrelatie voor het geluid van luchtvaart geactualiseerd en in overeenstemming gebracht met de dosis-effectrelatie die in het luchtvaartbeleid al meer dan 10 jaar gebruikelijk is (de zgn. Schipholrelatie). De vrees is dat nieuwbouw bemoeilijkt zal worden door die nieuwe regels voor cumulatie. Dat is niet de bedoeling. Gelet op deze geuite vrees is met de Bestuurlijke Regie Schiphol, de VNG en het IPO bestuurlijk afgesproken een nadere impactanalyse uit te voeren. Door in dit artikel een overgangsbepaling op te nemen met de niet-geactualiseerde rekenformule voor luchtvaartgeluid uit het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012, ontstaat ruimte om die impactanalyse af te ronden en daarover een standpunt te bepalen voordat wordt besloten over de invoering van de rekenmethode met de geactualiseerde dosis-effectrelatie.

Wijziging bijlage I bij artikel 1.1 (begripsbepalingen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Bovenbouwconstructie

De bovenbouwconstructie is het samenstel van onderdelen voor het dragen en geleiden van treinen, zoals betonplaten, dwarsliggers en spoorstaven. De bovenbouwconstructie ligt op een kunstwerk, zoals een brug of viaduct, of op een aardenbaan (de ondergrond wanneer geen sprake is van een kunstwerk). De geluidemissie van een trein is mede afhankelijk van de toegepaste bovenbouwconstructie.

Etmaalperiode

Een etmaalperiode is de periode waarover het geluid wordt bepaald, te weten de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, de avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur en de nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur. In de meet- en rekenmethoden in de bijlagen bij de Omgevingsregeling wordt uitgegaan van deze perioden. Deze perioden worden ook gebruikt bij andere rekenregels in de Omgevingsregeling, bijvoorbeeld de meet- en rekenmethode geluid windturbines (bijlage IVi bij de Omgevingsregeling). Het gemiddelde over alle etmaalperioden, waarover in de artikelsgewijze toelichting van de Omgevingsregeling over die meet- en rekenmethode wordt gesproken, is het gemiddelde over alle dag-, avond- en nachtperioden. Dat betekent dat het gemiddelde geluid over alle dagperioden wordt berekend, net zoals het gemiddelde geluid over alle avondperioden en het gemiddelde geluid over alle nachtperioden. Van de uitkomsten wordt vervolgens weer het gemiddelde berekend.

Geluidbronregisterlijn

Een geluidbronregisterlijn is een lijn die schematisch de geografische ligging van een deel van de weg of spoorweg aangeeft. Bij elke geluidbronregisterlijn horen bepaalde eigenschappen van het gedeelte van de bron dat de lijn representeert. Het gaat daarbij om de omvang en samenstelling van het verkeer, de snelheid van het verkeer, de spoorconstructie of het soort wegdek, de plafondcorrectiewaarde en voor spoor ook een aanduiding over het al dan niet remmen van de trein. Het verbinden van gegevens aan de geluidbronregisterlijn is geregeld in bijlage IVg bij de Omgevingsregeling. De geluidbronregisterlijn is een vereenvoudigde vorm van de in bijlage IVe bij de Omgevingsregeling beschreven rijlijn en de in bijlage IVf bij de Omgevingsregeling beschreven bronlijn. Ook is de geluidbronregisterlijn de rijlijn of bronlijn, bedoeld in bijlage IVd voor het berekenen van de basisgeluidemissie en de geluidemissie in L_{den} volgens bijlage IVd. De genoemde bijlagen worden via deze regeling toegevoegd aan de Omgevingsregeling.

Geluidemissiegetal

In het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 werden de termen emissieterm en emissiegetal beide gebruikt voor hetzelfde begrip. In de Omgevingsregeling wordt van geluidemissiegetal gesproken.

Geluidemissietraject

Bij het berekenen van het geluid door een weg of spoorweg wordt de weg of spoorweg volgens bijlage IVe of IVf bij de Omgevingsregeling verdeeld in geluidemissietrajecten. Het gaat om weggedeelten of spoorweggedeelten waarover de emissie van motorvoertuiggeluid of spoorvoertuiggeluid min of meer constant kan worden verondersteld, gelet op de kenmerken van dat deel van de weg of spoorweg.

Wijziging bijlage II bij artikel 1.4 (uitgaven en verwijzingen) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

In bijlage II bij de Omgevingsregeling is de verwijzing naar de Handleiding meten en rekenen industrielawaai vervallen, omdat deze handleiding is vervangen door bijlage IVh bij de Omgevingsregeling. Ook is het Informatiemodel geluid toegevoegd en enkele normen waarnaar in bijlage IVf wordt verwezen.

Nieuwe bijlagen IVa tot en met IVj [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

De bijlagen IVa tot en met IVj zijn toegevoegd aan de Omgevingsregeling. De bijlagen gaan over het geluid door wegen, spoorwegen en industrieterreinen. In de toelichting bij de artikelen waarin naar deze bijlagen wordt verwezen, wordt kort ingegaan op de inhoud van de bijlagen. In een aantal van de bijlagen is een toelichting opgenomen die kan worden gezien als handreiking bij het toepassen van de meet- en rekenmethoden.

Bijlage IVj bij de Omgevingsregeling is ontleend aan bijlage 3 bij de Regeling geluid milieubeheer. Die bijlage bevatte specifieke randvoorwaarden voor de gevallen waarin sanering plaatsvindt met toepassing van artikel 11.56 van de Wet milieubeheer. Deze randvoorwaarden zijn niet overgenomen in bijlage IVj, maar blijven op grond van artikel 3.3 van het overgangsrecht uit de Aanvullingswet geluid Omgevingswet van toepassing. In artikel 4.3 van deze regeling is bepaald dat het aantal maatregelpunten voor saneringen van gemeentewegen, waterschapswegen, provinciale wegen en lokale spoorwegen wordt bepaald volgens bijlage I bij deze regeling. Die bijlage is ontleend aan de Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder.

Vervallen bijlage XXVI bij artikel 8.25, derde lid (rekenmethode cumulatie geluid) [artikel 2.24, tweede lid, aanhef en onder b, van de Omgevingswet]

Bijlage XXVI bij de Omgevingsregeling, over cumulatie van geluid, vervalt, omdat de inhoud van die bijlage via deze regeling wordt opgenomen in artikel 3.25 van de Omgevingsregeling.

HOOFDSTUK 2 WIJZIGING ANDERE REGELINGEN

Artikel 2.1 (Regeling geluidwerende voorzieningen 1997) en Artikel 2.2 (Regeling geluidwerende voorzieningen militaire luchthavens 2015)

Met deze artikelen zijn twee regelingen die gebaseerd zijn op de Wet luchtvaart technisch aangepast aan het stelsel van de Omgevingswet. Het gaat met name om aanpassing van de terminologie en verwijzingen naar wetten en instrumenten die niet aansluiten op het stelsel van de Omgevingswet. Er zijn geen inhoudelijke wijzigingen in de regels aangebracht. Met de wijzigingen is aangesloten bij het Besluit tot technische aanpassing van enige algemene maatregelen van bestuur met betrekking tot burgerluchthavens, militaire luchthaven en buitenlandse luchtvaartterreinen in verband met de invoering van de Omgevingswet.

HOOFDSTUK 3 INTREKKING REGELINGEN

Met artikel 3.1 wordt een aantal regelingen ingetrokken. Deze regelingen worden ingetrokken, omdat zij binnen het nieuwe stelsel voor het omgevingsrecht zullen opgaan in de Omgevingswet of een van de daarop gebaseerde AMvB's, of omdat zij zijn uitgewerkt. De ingetrokken regelingen zijn regelingen die gebaseerd zijn op het door de Aanvullingswet geluid Omgevingswet ingetrokken hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer, de Wet geluidhinder of de besluiten die door het Aanvullingsbesluit geluid Omgevingswet worden ingetrokken. Voor een beschrijving op artikelniveau van de overgang van de ingetrokken regelingen naar het stelsel van de Omgevingswet wordt verwezen naar de transponeringstabellen in de bijlage bij deze toelichting.

HOOFDSTUK 4 OVERGANGSRECHT

Artikel 4.1 (overgangsrecht herberekenen: geluidproductieplafonds rijkswegen en hoofdspoorwegen)

Eerste lid

Op grond van artikel 3.2 van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet worden bepaalde geluidproductieplafonds, als zij onherroepelijk zijn, door de Minister van Infrastructuur en Waterstaat herberekend. Deze geluidproductieplafonds zijn in het eerste lid van artikel 4.1 genoemd. In artikel 4.1 is bepaald dat dat herberekenen plaatsvindt volgens de bijlagen IVe (geluid door wegen), IVf (geluid door spoorwegen) en IVg (geluid op een geluidreferentiepunt) bij de Omgevingsregeling.

Tweede lid

In het tweede lid is bepaald dat bij het herberekenen van geluidproductieplafonds als bedoeld in het eerste lid, onder a, de geluidbrongegevens worden gebruikt, behorende bij het onmiddellijk voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet geldende geluidproductieplafond. Op die manier wordt voorkomen dat grote wijzigingen optreden.

Derde lid

Bij het berekenen van de geluidproductieplafonds waarvoor voor het tijdstip van inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet een verzoek is ingediend (eerste lid, onder b), worden de geluidbrongegevens gebruikt die horen bij de vastgestelde geluidproductieplafonds die worden herberekend. Bij het herberekenen van de geluidproductieplafonds die zijn opgenomen in een ontwerptracé-besluit dat op of na het tijdstip van inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet ter inzage is gelegd (eerste lid, onder c) worden de geluidbrongegevens gebruikt die horen bij het vastgestelde Tracébesluit.

Vierde lid

Het is wenselijk dat de geluidproductieplafonds worden gebaseerd op kwalitatief goede gegevens. Daarom zijn twee uitzonderingen op het tweede lid geformuleerd die het voor geluidproductieplafonds bij wegen mogelijk maken deze bij de eenmalige herberekening voor de Omgevingswet te baseren op verbeterde gegevens.

De eerste uitzondering is dat bij het bepalen van het geluid door een weg, in plaats van de bronregisterlijnen uit het geluidregister één bronregisterlijn gebruikt kan worden die in het midden van de rijbaan ligt. Dit kan zich voordoen bij geluidproductieplafonds die op basis van een besluit over aanleg of wijziging van een weg zijn vastgesteld. Het gaat om de situatie waarop het geluidproductieplafond als omgevingswaarde is gebaseerd, dat wil zeggen de ligging van de weg zoals die was toen het geluidproductieplafond werd vastgesteld. Zonder deze toevoeging in de aanhef zouden de meest actuele gegevens voor de geluidbronregisterlijnen kunnen worden gebruikt, maar deze kunnen afwijken van de situatie waarop het geluidproductieplafond is gebaseerd.

De tweede uitzondering is dat bij het bepalen van het geluid door een weg voor de ligging van de geluidbronregisterlijnen kan worden uitgegaan van geactualiseerde gegevens. Ook hier gaat het om de ligging van de weg zoals die was toen het geluidproductieplafond werd vastgesteld. Bij de vaststelling van de geluidproductieplafonds in 2012 op grond van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer, zijn voor de geluidbronregisterlijnen gegevens gebruikt uit 2008. Het gaat steeds om één geluidbronregisterlijn per rijbaan. Gebleken is dat de huidige ligging van die geluidbronregisterlijnen niet erg nauwkeurig is.

De tweede uitzondering biedt de mogelijkheid om de geluidproductieplafonds te herberekenen op basis van meer eenduidige en nauwkeurige gegevens uit het Nationaal Wegenbestand[9]. De toepassing van deze uitzonderingen bij de herberekening heeft geen invloed op de bescherming van de omgeving. Bij het berekenen van de naleving wordt van actuele gegevens uitgegaan. Als de feitelijke situatie sinds 1 juli 2012 niet is gewijzigd, zijn de geluidbronregisterlijnen in de naleving gelijk aan die in het geluidregister, waardoor de geluidruimte onder de geluidproductieplafonds niet toeneemt. Als de feitelijke ligging van de weg is aangepast na 1 juli 2012, passend binnen de geluidproductieplafonds, is daarmee een verschil ontstaan tussen de brongegevens in het geluidregister en de actuele gegevens voor de naleving. De feitelijke wijziging aan de weg leidt dan tot een verandering in de geluidruimte onder het geluidproductieplafond. Het wijzigen van de geluidbronregisterlijnen bij de herberekening van geluidproductiepla-

[9] Het Nationaal Wegenbestand (NWB) is een open databestand met alle openbare wegen in Nederland die een straatnaam of wegnummer hebben en in beheer zijn bij het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen. Het NWB is gedeeld eigendom van alle wegbeheerders en gebruikers van wegendata in Nederland.

fonds zal in die situatie slechts een beperkt effect hebben. Er kan dus niet meer geluid ontstaan dan onder de Wet milieubeheer was toegestaan. Het gaat om een technische wijziging waardoor de geluidbronregisterlijnen nauwkeuriger en eenduidiger worden gepositioneerd en beter overeenkomen met de data die in onderzoeken voor luchtkwaliteit en stikstof worden gebruikt.

Vijfde lid

In artikel 11.45, derde lid, van de Wet milieubeheer was een regeling getroffen voor de zogenoemde dunne lijnen. Dit zijn spoorwegen die beperkt worden gebruikt, zodat, als uitgegaan zou worden van de heersende geluidwaarde, een extra trein al tot de overschrijding van het geluidproductieplafond zou kunnen leiden. Om te voorkomen dat onnodige procedures gevolgd moeten worden om beperkt extra vervoer toe te laten, was in artikel 11.45, derde lid, van de Wet milieubeheer bepaald dat voor een spoorweg waarvan de heersende geluidproductie op geluidreferentiepunten lager is dan 50,5 dB, en waarlangs geen geluidbeperkende maatregelen aanwezig zijn, de geluidproductieplafonds op 1 juli 2012 52,0 dB bedroegen. In het vierde lid van artikel 4.1 is geregeld dat de dunne lijnencorrectie ook wordt toegepast bij het herberekenen van geluidproductieplafonds op grond van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet.

De correctie geldt niet als het geluidproductieplafond er na 1 juli 2012, de datum waarop de systematiek van de geluidproductieplafonds in werking is getreden, is gewijzigd, tenzij het gaat om een wijziging voor het herstel van fouten. Als het geluidproductieplafond is gewijzigd, anders dan voor foutherstel, zijn namelijk de actuele geluidbrongegevens en een reële prognose in aanmerking genomen, waardoor er niet langer bij een kleine toename van het gebruik van de spoorweg een overschrijding van het geluidproductieplafond zal optreden.

Ook geldt de correctie niet als er langs de spoorweg een geluidbeperkend werk of bouwwerk aanwezig is dat geplaatst is om het geluid door de spoorweg op een geluidgevoelig gebouw te beperken. Een geluidbeperkend werk of bouwwerk kan het geluid tussen een spoorweg en een geluidreferentiepunt afschermen, waardoor ook het geluid door een frequenter gebruikte spoorweg op een referentiepunt lager dan 52,0 dB kan zijn. Voor deze spoorwegen is de dunne lijnencorrectie niet bedoeld. Het geluidbeperkende werk of bouwwerk kan immers het geluid op een geluidreferentiepunt, dat op 4 meter hoogte ligt, afschermen, maar mogelijk schermt het niet het geluid op een nabijgelegen flatgebouw af. Met het vijfde lid wordt het geregelde in artikel 11.45, derde lid, van de Wet milieubeheer voortgezet.

Artikel 4.2 (overgangsrecht gecumuleerd geluid en gezamenlijk geluid industrieterreinen)

Het kan voorkomen dat bij het berekenen van het gecumuleerde of het gezamenlijke geluid, het geluid door een industrieterrein moet worden betrokken waarvoor nog geen geluidproductieplafonds als omgevingswaarden zijn vastgesteld. In dat geval wordt voor het industrieterrein uitgegaan van de ten hoogste toegestane geluidbelasting die voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Aanvullingswet geluid Omgevingswet gold. Hiermee wordt de geluidbelasting bedoeld van het industrieterrein bij volledige invulling, waarbij de grenswaarden onder de systematiek van de Wet geluidhinder (50 dB(A) op de zonegrens, hogere waarden en maximaal toelaatbare geluidbelastingen) nog juist worden gerespecteerd. De op grond van de Wet geluidhinder geldende waarden in L_{etmaal} worden hierbij gelijkgesteld aan de waarden in L_{den} die benodigd zijn voor de berekening van het gecumuleerde of het gezamenlijke geluid.

Artikel 4.3 (overgangsrecht maatregelpunten)

In dit artikel is bepaald hoe het aantal maatregelpunten wordt bepaald in verband met de vraag of sanering van gemeentewegen, waterschapswegen, provinciale wegen en lokale spoorwegen wordt bekostigd door het Rijk. Het gaat daarbij om maatregelen voor het terugbrengen van het geluid op de geluidgevoelige gebouwen die zijn vermeld op de lijst, bedoeld in artikel 15.2 Omgevingsbesluit of in een programma, als bedoeld in artikel 12.1, tweede lid, Bkl. Het aantal maatregelpunten wordt bepaald volgens bijlage I bij deze Aanvullingsregeling, waarin de maatregelen en maatregelpunten uit de Regeling doelmatigheid geluidmaatregelen Wet geluidhinder zijn opgenomen.

Deze toelichting onderteken ik mede namens de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat,
S. van Veldhoven-van der Meer