



Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 12 juni 2012, nr. IENM/BSK-2012/37333, houdende vaststelling van regels voor het berekenen en meten van de geluidsbelasting en de geluidproductie ingevolge de Wet geluidhinder en de Wet milieubeheer (Reken- en meetvoorschrift geluid 2012)

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu,

Gelet op de artikelen 110d, eerste lid, 110e, 110g en 110h van de Wet geluidhinder, de artikelen 11.8, eerste lid, 11.22, vijfde lid, 11.33, zevende lid, onderdelen a en b, 11.46, eerste lid, en 11.56, vijfde lid, van de Wet milieubeheer en artikel XI, negende lid, van de Invoeringswet geluidproductieplafonds;

Besluit:

HOOFDSTUK 1. ALGEMEEN

Artikel 1.1

1. In deze regeling wordt verstaan onder:
 - geluidplafondkaart*: geluidplafondkaart als bedoeld in de artikelen 11.17 en 11.18 van de Wet milieubeheer;
 - geluidregister*: geluidregister als bedoeld in artikel 11.25 van de Wet milieubeheer;
 - gevel*: gevel als bedoeld in artikel 1 van de Wet geluidhinder en artikel 1 van het Besluit geluid milieubeheer;
 - Minister*: Minister van Infrastructuur en Milieu;
 - plafondcorrectiewaarde*: getal waarmee de geluidemissie wordt vermeerderd met betrekking tot een daarbij aangegeven gedeelte van een weg of spoorweg ten behoeve van het bepalen van de geluidproductie dan wel de geluidsbelasting.
2. In dit hoofdstuk wordt verstaan onder: geluidsbelasting:
 - a. geluidsbelasting en geluidsbelasting L_{night} als bedoeld in artikel 11.1 van de Wet milieubeheer,
 - b. geluidsbelasting binnen een woning, geluidsbelasting in dB(A) vanwege een industrieterrein, geluidsbelasting in dB(A) vanwege een weg, geluidsbelasting in dB en geluidsbelasting L_{night} als bedoeld in artikel 1 van de Wet geluidhinder, en
 - c. geluidsbelasting in dB(A) vanwege een spoorweg als bedoeld in artikel 1.1 van het Besluit geluidhinder.

Artikel 1.2

De resultaten van een akoestisch onderzoek worden vastgelegd in een overeenkomstig hoofdstuk 1 van bijlage I bij deze regeling ingericht akoestisch rapport.

Artikel 1.3

1. De door berekening of meting bepaalde waarde van de geluidsbelasting wordt afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal, waarbij een halve eenheid wordt afgerond naar het even getal.
2. In afwijking van het eerste lid wordt bij toepassing van de hoofdstukken V, VI en VII van de Wet geluidhinder, bij de vaststelling van een verschil tussen twee geluidsbelastingen, de afronding slechts toegepast op het resultaat van de berekening van het verschil.

Artikel 1.4

Het effect van de samenloop van de verschillende geluidsbronnen, bedoeld in artikel 110f, eerste lid, van de Wet geluidhinder en artikel 11.33, zevende lid, onderdeel c, van de Wet milieubeheer, wordt bepaald overeenkomstig de in hoofdstuk 2 van bijlage I bij deze regeling beschreven rekenmethode.



Artikel 1.5

Indien de geluidsbelasting wordt bepaald ter plaatse van een gevel, wordt slechts rekening gehouden met het invallende geluid.

Artikel 1.6

Met rekenmethoden en meetmethoden als bedoeld in deze regeling worden gelijkgesteld rekenmethoden en meetmethoden die zijn vastgesteld in een andere lidstaat van de Europese Unie dan wel in een staat, niet zijnde een lidstaat van de Europese Unie, die partij is bij een daartoe strekkend of mede daartoe strekkend verdrag dat Nederland bindt, en een nauwkeurigheid bieden die ten minste gelijkwaardig is aan het niveau dat met de in deze regeling genoemde meetmethoden wordt nagestreefd.

HOOFDSTUK 2. VOORSCHRIFTEN VOOR INDUSTRIETERREINEN

Artikel 2.1

In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:

geluidsbron: geluidafstralend toestel, apparaat, gebouw of activiteit, dan wel een combinatie hiervan, binnen een inrichting of industrieterrein;

immissiepunt: plaats waarop het equivalent geluidsniveau wordt bepaald;

immissierelevante bronsterkte: geluidsvermogensniveau van een denkbeeldige bron, gelegen in het centrum van de werkelijke geluidsbron, die in de richting van het immissiepunt dezelfde geluidsdruk niveaus veroorzaakt als de werkelijke geluidsbron;

representatieve bedrijfssituatie: toestand waarbij de voor de geluidproductie van de inrichting relevante omstandigheden kenmerkend zijn voor een bedrijfsvoering bij volledige capaciteit in het te beschouwen gedeelte van het etmaal.

Artikel 2.2

1. Indien de vaststelling van de geluidsbelasting in dB(A) vanwege een industrieterrein plaatsvindt ten behoeve van de vaststelling of wijziging van een geluidszone rond dat terrein, bevindt het immissiepunt zich op een hoogte van vijf meter boven het maaiveld.
2. Indien de vaststelling van de geluidsbelasting in dB(A) vanwege een industrieterrein plaatsvindt ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van woningen, of andere geluidsgevoelige gebouwen, bevindt het immissiepunt zich op het punt van de gevel, waar de hoogste geluidsbelasting optreedt.

Artikel 2.3

1. De bepaling van het equivalent geluidsniveau vanwege een industrieterrein vindt plaats volgens een van de methoden van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999, onder de in genoemde handleiding bepaalde voorwaarden.
2. Op het overeenkomstig het eerste lid bepaalde equivalent geluidsniveau vanwege een industrieterrein kan het bevoegd gezag een aftrek toepassen als bedoeld in bijlage II bij deze regeling, onder de in die bijlage genoemde voorwaarden en voor zover het toepassen van de aftrek niet in strijd is met de gewenste optimale akoestische en ruimtelijke indeling op en rond het industrieterrein, zoals onder meer kan blijken uit een:
 - a. zonebeheerplan als bedoeld in artikel 164 van de Wet geluidhinder;
 - b. gemeentelijke nota industrielawaai als bedoeld in de Handreiking industrielawaai en vergunningverlening;
 - c. gemeentelijk milieubeleidsplan als bedoeld in artikel 4.16 van de Wet milieubeheer;
 - d. provinciaal milieubeleidsplan als bedoeld in artikel 4.9 van de Wet milieubeheer;
 - e. ontwerpbestemmingsplan dat reeds ter inzage is gelegd;
 - f. ontwerpbesluit voor een omgevingsvergunning waarbij met toepassing van artikel 2.12, eerste lid, onder a, onder 3°, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht van het bestemmingsplan wordt afgeweken dat reeds ter inzage is gelegd;
 - g. ontwerpbesluit voor een omgevingsvergunning op grond van artikel 2.1, eerste lid, aanhef en onder e, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht dat reeds ter inzage is gelegd.
3. Indien meer bestuursorganen bevoegd zijn tot het vaststellen van een hogere waarde met betrekking tot de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein op grond van artikel 110a van de Wet geluidhinder of tot het verlenen van een omgevingsvergunning op grond van artikel 2.1,



eerste lid, aanhef en onder e, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht voor op dat industrieterrein gelegen inrichtingen, kan de aftrek, bedoeld in het tweede lid, slechts worden toegepast na overleg met die bestuursorganen.

4. Direct dan wel zo spoedig mogelijk na de bekendmaking van een besluit waarin bij de bepaling van het equivalent geluidsniveau vanwege een industrieterrein of een gedeelte daarvan, een aftrek bedoeld in het tweede lid is toegepast, wordt van dat besluit mededeling gedaan aan de bestuursorganen, bedoeld in het derde lid.

Artikel 2.4

Van de in artikel 2.3, eerste lid, bedoelde methoden kan geheel of gedeeltelijk worden afgeweken indien aannemelijk wordt gemaakt dat de vervangende werkwijze:

- a. een belangrijke tijdsbesparing of kostenbesparing oplevert en in de betreffende situatie nagenoeg even nauwkeurig is als een van de bedoelde methoden,
- b. in de betreffende situatie belangrijk nauwkeuriger is dan een van de bedoelde methoden, of
- c. voldoende nauwkeurig is en geen van de bedoelde methoden in de betreffende situatie leidt tot een voldoende representatief equivalent geluidsniveau.

HOOFDSTUK 3. VOORSCHRIFTEN VOOR WEGEN IN HET KADER VAN DE WET GELUIDHINDER

Artikel 3.1

Dit hoofdstuk is van toepassing op de bepaling van de equivalente geluidsniveaus en van de geluidsbelasting bij:

- a. de aanleg en reconstructie van wegen die niet zijn aangegeven op de geluidplafondkaart;
- b. de sanering van de op grond van artikel 88, eerste lid, van de Wet geluidhinder, zoals dat luidde voor 1 januari 2007, aan Onze Minister gemelde aanwezige woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen, voor zover die zijn gemeld vanwege de ondervonden geluidsbelasting van wegen die niet zijn aangegeven op de geluidplafondkaart;
- c. de projectie van woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen binnen de zones van wegen, bedoeld in artikel 74 van de Wet geluidhinder.

Artikel 3.2

1. Het equivalent geluidsniveau wordt bepaald volgens de in hoofdstuk 2 van bijlage III bij deze regeling beschreven Standaardrekenmethode 2.
2. In afwijking van het eerste lid kan het equivalent geluidsniveau worden bepaald volgens de in hoofdstuk 1 van bijlage III bij deze regeling beschreven Standaardrekenmethode 1, indien de desbetreffende situatie valt binnen het toepassingsgebied van die Standaardrekenmethode 1.
3. In afwijking van het eerste en tweede lid kan het equivalent geluidsniveau tevens worden bepaald volgens de Standaardmeetmethode, bedoeld in hoofdstuk 3 van bijlage III bij deze regeling, indien de desbetreffende situatie valt binnen het toepassingsgebied van die Standaardmeetmethode.

Artikel 3.3

Indien een spoorweg onderdeel is van een weg:

- a. gelden voor de bepaling van het equivalent geluidsniveau vanwege deze spoorweg de regels van hoofdstuk 4, en
- b. is het equivalent geluidsniveau vanwege de weg gelijk aan de som van het onder a bepaalde equivalent geluidsniveau en het met toepassing van dit hoofdstuk bepaalde equivalent geluidsniveau als gevolg van het wegverkeer op die weg.

Artikel 3.4

De ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder toe te passen aftrek op de geluidsbelasting vanwege een weg, van de gevel van woningen of van andere geluidsgevoelige gebouwen of aan de grens van geluidsgevoelige terreinen bedraagt:

- a. 2 dB voor wegen waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 km/uur of meer bedraagt;
- b. 5 dB voor de overige wegen;
- c. 0 dB bij toepassing van de artikelen 3.2 en 3.3 van het Bouwbesluit 2012 en bij toepassing van de artikelen 111b, tweede en derde lid, 112 en 113 van de Wet geluidhinder.

Artikel 3.5

1. Bij de berekening van het equivalent geluidsniveau vanwege een weg wordt voor wegen waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 kilometer per uur of meer bedraagt, 2 dB in mindering gebracht op de wegdekcorrectie bepaald overeenkomstig bijlage III bij deze regeling.
2. In afwijking van het eerste lid wordt 1 dB in mindering gebracht voor wegen waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 kilometer per uur of meer bedraagt en het wegdek bestaat uit een elementenverharding of een van de volgende wegdektypen:
 - a. Zeer Open Asfalt Beton;
 - b. tweelaags Zeer Open Asfalt Beton, met uitzondering van tweelaags Zeer Open Asfalt Beton fijn;
 - c. uitgeborsteld beton;
 - d. geoptimaliseerd uitgeborsteld beton;
 - e. oppervlaktbewerking.

Artikel 3.6

In afwijking van artikel 1.3 wordt voor de berekening van het akoestisch effect van een wijziging op of aan een weg:

- a. indien een hogere waarde voor de ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting is vastgesteld in dB, gerekend met het afgeronde getal van de hogere waarde, zoals deze is vastgesteld;
- b. indien een hogere waarde voor de ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting is vastgesteld in dB(A), gerekend met de op grond van artikel 3.7 bepaalde onafgeronde waarde in dB;
- c. voor de heersende waarde van de geluidsbelasting gerekend met het onafgeronde getal, waarbij uitvoering is gegeven aan de artikelen 3.4 en 3.5;
- d. voor de geluidsbelasting in het toekomstige maatgevende jaar gerekend met het onafgeronde getal, waarbij uitvoering is gegeven aan de artikelen 3.4 en 3.5.

Artikel 3.7

Indien een ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting vanwege een weg in dB(A) is vastgesteld, wordt die waarde omgerekend tot de waarde van de geluidsbelasting in dB door de getalswaarde van de vastgestelde waarde te verminderen met het onafgeronde verschil tussen de onafgeronde heersende geluidsbelasting in dB(A) en de onafgeronde heersende geluidsbelasting in dB.

Artikel 3.8

1. De geluidsbelasting van woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen, vanwege een weg, een weggedeelte of een combinatie van weggedeelten, aangegeven op de geluidplafondkaart, is de geluidsbelasting vanwege alle op die kaart aangegeven delen van wegen voor zover die in beheer zijn bij dezelfde beheerder.
2. De equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden bepaald op basis van de in het geluidregister opgenomen brongegevens, waarbij de plafondcorrectiewaarde wordt opgeteld bij het emissiegetal (E), berekend volgens formule 1.3 uit paragraaf 1.5 van bijlage III bij deze regeling, dan wel bij de emissietermen (LE), berekend volgens formule 2.3 uit paragraaf 2.4 van bijlage III bij deze regeling.
3. Bij de bepaling van de equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden, in aanvulling op het tweede lid, tevens betrokken alle overige kenmerken van de bron en de omgeving, voor zover relevant voor het berekenen van de geluidsbelasting.

HOOFDSTUK 4. VOORSCHRIFTEN VOOR SPOORWEGEN IN HET KADER VAN DE WET GELUIDHINDER

Artikel 4.1

Dit hoofdstuk is van toepassing op de bepaling van de equivalente geluidsniveaus en van de geluidsbelasting bij:

- a. de aanleg en wijziging van spoorwegen die daartoe zijn aangegeven op de kaart, bedoeld in artikel 106 van de Wet geluidhinder;
- b. de sanering van bij het Besluit geluidhinder aangegeven woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen vanwege de ondervonden geluidsbelasting van



- spoorwegen die zijn aangegeven op de kaart, bedoeld in onderdeel a;
- c. de projectie van woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen binnen de zones van spoorwegen die zijn aangegeven op de kaart, bedoeld in onderdeel a, of op de geluidplafondkaart.

Artikel 4.2

1. In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:
emissiegetal: getal dat de sterkte aangeeft van het geëmitteerde geluid ten gevolge van het gezamenlijk spoorvoertuigverkeer op een bepaald spoorweggedeelte, zo nodig gespecificeerd per oktaafband en per onderscheiden bronhoogte;
emissietraject: gedeelte van een spoorweg waarop de geluidemissie constant kan worden verondersteld;
spoorvoertuigcategorie: verzameling van spoorvoertuigtypen die dezelfde geluidemissiekenmerken hebben;
spoorvoertuigtype: verzameling spoorvoertuigen die technisch en uiterlijk dezelfde kenmerken hebben.
2. Elk spoorvoertuig dat van een bepaald traject van de spoorweg gebruik maakt, wordt voor de toepassing van deze regeling toegedeeld aan een spoorvoertuigtype en een spoorvoertuigcategorie als bedoeld in hoofdstuk 1 van bijlage IV bij deze regeling.

Artikel 4.3

De beheerder van een spoorweg als bedoeld in artikel 4.1, onder a, draagt zorg voor de samenstelling en het beheer van een emissieregister, waarin de gegevens, genoemd in hoofdstuk 7 van bijlage IV bij deze regeling, worden vastgelegd.

Artikel 4.4

1. De berekening van het emissiegetal van een bepaald emissietraject wordt uitgevoerd volgens de in hoofdstuk 2 en 3 van bijlage IV bij deze regeling beschreven methode.
2. In gevallen waarin de in het eerste lid genoemde methode leidt tot een voor de betreffende situatie onvoldoende representatief emissiegetal, wordt het emissiegetal bepaald volgens de in hoofdstuk 6 van bijlage IV bij deze regeling beschreven methode.

Artikel 4.5

1. Bij de bepaling van het equivalent geluidsniveau vanwege een spoorweg, als bedoeld in artikel 4.1, onderdeel a, wordt rekening gehouden met de emissiegegevens zoals vastgelegd in het emissieregister, bedoeld in artikel 4.3, of, indien het een berekening betreft voor het toekomstig maatgevende jaar, met de emissiegetallen van de relevante emissietrajecten bepaald overeenkomstig artikel 4.4.
2. De Minister kan, na overleg met de instanties die op de desbetreffende locatie de spoorweginfrastructuur en het gebruik daarvan beheren, afwijking toestaan van het eerste lid, indien de daar bedoelde gegevens onvoldoende representatief zijn.

Artikel 4.6

1. Het equivalent geluidsniveau wordt berekend volgens de in hoofdstuk 5 van bijlage IV bij deze regeling beschreven Standaardrekenmethode 2.
2. In afwijking van het eerste lid kan het equivalent geluidsniveau worden bepaald volgens de in hoofdstuk 4 van bijlage IV bij deze regeling beschreven Standaardrekenmethode 1, indien de desbetreffende situatie valt binnen het toepassingsgebied van Standaardrekenmethode 1.
3. In afwijking van het eerste en tweede lid kan het equivalent geluidsniveau tevens worden bepaald volgens de Standaardmeetmethode, bedoeld in hoofdstuk 6 van bijlage IV bij deze regeling, indien de desbetreffende situatie valt binnen het toepassingsgebied van die Standaardmeetmethode.

Artikel 4.7

1. Een gemiddelde emissie als bedoeld in artikel 1.1, tweede lid, onderdeel a, van het Besluit geluidhinder wordt berekend volgens:



$$E_{\text{gem}} = 10 \log \sum 10^{E_i/10}$$

waarin gemiddeld wordt over de emissies E_i (voor $i = 1$ tot n), $\sum$ de som is over $i = 1$ tot $i = n$ en E_{gem} de gemiddelde emissie is.

2. In afwijking van artikel 1.3, tweede lid, wordt het in artikel 1.1, tweede lid, onderdeel a, van het Besluit geluidhinder bedoelde verschil afgerond op één decimaal.

Artikel 4.8

Indien een ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting vanwege een spoorweg in dB(A) is vastgesteld, wordt die waarde omgerekend tot de waarde voor de geluidsbelasting in dB door de getalswaarde te verminderen met 2.

Artikel 4.9

1. De geluidsbelasting van woningen, andere geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen, vanwege een spoorweg, een gedeelte van een spoorweg of een combinatie van spoorwegen, aangegeven op de geluidplafondkaart, is de geluidsbelasting vanwege alle op die kaart aangegeven delen van spoorwegen voor zover die in beheer zijn bij dezelfde beheerder.
2. De equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden bepaald op basis van de in het geluidregister opgenomen brongegevens, waarbij de plafondcorrectiewaarde wordt opgeteld bij het emissiegetal (E), berekend volgens formule 2.1 uit paragraaf 2.1.1 van bijlage IV bij deze regeling, dan wel bij de emissiegetallen (LE), berekend volgens de formules 3.1a tot en met 3.1e uit paragraaf 3.4 van bijlage IV bij deze regeling.
3. Bij de bepaling van de equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden, in aanvulling op het tweede lid, tevens betrokken alle overige kenmerken van de bron en de omgeving, voor zover relevant voor het berekenen van de geluidsbelasting.

HOOFDSTUK 5. VOORSCHRIFTEN VOOR WEGEN EN SPOORWEGEN IN HET KADER VAN DE WET MILIEUBEHEER

Artikel 5.1

Dit hoofdstuk is van toepassing op de bepaling van de geluidproductie van, de equivalente geluidsniveaus en de geluidsbelasting vanwege wegen en spoorwegen die zijn aangegeven op de geluidplafondkaart, ten behoeve van de vaststelling, wijziging en naleving van geluidproductieplafonds en het opstellen van saneringsplannen.

Artikel 5.2

In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:

afschermend object: ter verbetering van de kwaliteit van het milieu direct langs een weg of spoorweg geplaatste wallen en schermen;
bronregisterlijn: lijn die betrekking heeft op een gedeelte van een weg of spoorweg en die gebruikt wordt als rijlijn in de zin van bijlage III bij deze regeling of bronlijn in de zin van bijlage IV bij deze regeling bij bepaling van het equivalent geluidsniveau ten behoeve van de geluidproductie volgens de in bijlage V bij deze regeling gegeven regels;
equivalent geluidsniveau: gemiddelde geluidsniveau over lange termijn ten behoeve van de berekening van L_{day} , L_{evening} en L_{night} als bedoeld in bijlage I van richtlijn nr. 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai (PbEG L 189);
referentiepunt: referentiepunt als bedoeld in artikel 11.19 van de Wet milieubeheer;
saneringsplan: saneringsplan als bedoeld in artikel 11.56 van de Wet milieubeheer.

Artikel 5.3

1. De equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie worden berekend volgens Standaardrekenmethode 2, bedoeld in hoofdstuk 2 van bijlage III bij deze regeling en in hoofdstuk 5 van bijlage IV bij deze regeling, waarbij geldt dat, indien en voor zover van toepassing, tevens hoofdstuk 1 van bijlage V bij deze regeling wordt toegepast en waarbij:
 - a. als het een weg betreft: alle op de geluidplafondkaart aangegeven delen van wegen in de berekening worden meegenomen, voor zover deze in beheer zijn bij dezelfde beheerder;
 - b. als het een spoorweg betreft: alle op de geluidplafondkaart aangegeven delen van spoorwegen

in de berekening worden meegenomen, voor zover deze in beheer zijn bij dezelfde beheerder.

2. Onverminderd het eerste lid is op de berekening van de equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie, bedoeld in artikel 11.45, eerste en tweede lid, van de Wet milieubeheer, indien en voor zover van toepassing, tevens hoofdstuk 2 van bijlage V bij deze regeling van toepassing.
3. Onverminderd het eerste lid is op de berekening van de equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie, bedoeld in artikel 11.22, vierde lid, van de Wet milieubeheer, indien en voor zover van toepassing, tevens hoofdstuk 3 van bijlage V bij deze regeling van toepassing.
4. Bij de berekening van de equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie voor de vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds, wordt de plafondcorrectiewaarde opgeteld bij:
 - a. als het een weg betreft: het emissiegetal (E), berekend volgens formule 1.3 uit paragraaf 1.5 van bijlage III bij deze regeling, dan wel de emissietermen (LE), bepaald volgens formule 2.3 uit paragraaf 2.4 van bijlage III bij deze regeling;
 - b. als het een spoorweg betreft: het emissiegetal (E), berekend volgens formule 2.1 uit paragraaf 2.1.1 van bijlage IV bij deze regeling, dan wel de emissiegetallen (LE), bepaald volgens de formules 3.1a tot en met 3.1e uit paragraaf 3.4 van bijlage IV bij deze regeling.
5. De waarde van de geluidproductie wordt afgerond op één decimaal.
6. De geluidproductie heeft betrekking op een kalenderjaar.

Artikel 5.4

De geluidsbelasting van een geluidsgevoelig object vanwege de betrokken weg of spoorweg is de geluidsbelasting van de hoogst belaste gevel van dat object, de hoogste geluidsbelasting op 1,5 meter boven lokaal maaiveld op de grens van een standplaats als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onderdeel e, van de Huisvestingswet dan wel de hoogste geluidsbelasting op de grens van een ligplaats in het water, bestemd om door een woonschip te worden ingenomen, op een hoogte van 1 meter boven lokaal maaiveld direct grenzend aan de ligplaats.

Artikel 5.5

Bij een verzoek tot wijziging van een geluidproductieplafond op grond van artikel 11.63 van de Wet milieubeheer wordt de gevraagde hoogte van het geluidproductieplafond berekend op basis van de brongegevens behorende bij het geldende plafond met daaraan toegevoegd de in het saneringsplan opgenomen geluidbeperkende maatregelen.

Artikel 5.6

1. De equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie voor de vaststelling van een geluidproductieplafond als bedoeld in artikel XI, derde en vierde lid, van de Invoeringswet geluidproductieplafonds worden bepaald met overeenkomstige toepassing van artikel 5.3, waarbij de brongegevens worden afgeleid uit het betreffende besluit.
2. De equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie voor de verlaging van een geluidproductieplafond als bedoeld in artikel XI, vijfde lid, van de Invoeringswet geluidproductieplafonds worden bepaald met overeenkomstige toepassing van artikel 5.5.

Artikel 5.7

1. De geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten vanwege een weg, een weggedeelte of een combinatie van weggedeelten is de geluidsbelasting vanwege alle op de geluidplafondkaart aangegeven delen van wegen, voor zover deze in beheer zijn bij dezelfde beheerder.
2. De equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden bepaald:
 - a. met overeenkomstige toepassing van artikel 3.2;
 - b. op basis van de in het geluidregister opgenomen brongegevens, waarbij de plafondcorrectiewaarde wordt opgeteld bij het emissiegetal (E), berekend volgens formule 1.3 uit paragraaf 1.5 van bijlage III bij deze regeling, dan wel bij de emissietermen (LE), bepaald volgens formule 2.3 uit paragraaf 2.4 van bijlage III bij deze regeling.

3. Indien het tweede lid wordt toegepast in het kader van artikel 11.30, eerste en tweede lid, 11.42 of 11.63 van de Wet milieubeheer, worden daarbij tevens de brongegevens betrokken behorende bij een verzoek tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds of behorende bij een voorgenomen ambtshalve besluit tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds.
4. Indien het tweede lid wordt toegepast ten behoeve van het opstellen van saneringsplannen, is daarbij tevens bijlage VI bij deze regeling van toepassing.
5. Bij de bepaling van de equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden, in aanvulling op het tweede lid, tevens betrokken alle overige kenmerken van de bron en de omgeving, voor zover relevant voor het berekenen van de geluidsbelasting.

Artikel 5.8

1. De geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten vanwege een spoorweg, een gedeelte van een spoorweg of een combinatie van spoorwegen, is de geluidsbelasting vanwege alle op de geluidplafondkaart aangegeven delen van spoorwegen voor zover deze in beheer zijn bij dezelfde beheerder.
2. De equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden bepaald:
 - a. met overeenkomstige toepassing van artikel 4.6;
 - b. op basis van de in het geluidregister opgenomen brongegevens, waarbij de plafondcorrectiewaarde wordt opgeteld bij het emissiegetal (E), berekend volgens formule 2.1 uit paragraaf 2.1.1 van bijlage IV, dan wel bij de emissiegetallen (LE), berekend volgens de formules 3.1a tot en met 3.1e uit paragraaf 3.4 van bijlage IV bij deze regeling.
3. Indien het tweede lid wordt toegepast in het kader van artikel 11.30, eerste en tweede lid, 11.42 of 11.63 van de Wet milieubeheer, worden daarbij tevens de brongegevens betrokken behorende bij een verzoek tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds of behorende bij een voorgenomen ambtshalve besluit tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds.
4. Indien het tweede lid wordt toegepast ten behoeve van het opstellen van saneringsplannen, is daarbij tevens bijlage VI bij deze regeling van toepassing.
5. Bij de bepaling van de equivalente geluidsniveaus voor de berekening van de geluidsbelasting, bedoeld in het eerste lid, worden, in aanvulling op het tweede lid, tevens betrokken alle overige kenmerken van de bron en de omgeving, voor zover relevant voor het berekenen van de geluidsbelasting.

Artikel 5.9

1. De artikelen 5.7, met uitzondering van het eerste lid, en 5.8, met uitzondering van het eerste lid, zijn van overeenkomstige toepassing bij het bepalen van de hoogst belaste gevel, dan wel de positie van de hoogste belasting op de grens van de standplaats als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onderdeel e, van de Huisvestingswet of ligplaats in het water, bestemd om door een woonschip te worden ingenomen.
2. Indien bij de procedures ten behoeve van de bouw van een object gebruik is gemaakt van artikel 1b, vijfde lid, van de Wet geluidhinder, zoals dat luidde voor inwerkingtreding van de Invoeringswet geluidproductieplafonds, dan wel van artikel 1b, vierde lid, van de Wet geluidhinder, wordt bij toepassing van het eerste lid voor dat object alleen rekening gehouden met de gevels van het object die bij deze procedures als gevels in de zin van de Wet geluidhinder zijn behandeld.
3. Bij toepassing van het eerste lid wordt geen rekening gehouden met een bouwkundige constructie als bedoeld in artikel 1b, vierde lid, van de Wet geluidhinder die is vastgelegd in de gebruiksregels of bouwregels van een bestemmingsplan.

Artikel 5.10

1. Het akoestisch onderzoek, bedoeld in artikel 11.33 van de Wet milieubeheer, heeft betrekking op ten minste de volgende referentiepunten:
 - a. de referentiepunten die in het register worden opgenomen of waarvan de positie wijzigt door een aan te leggen of te wijzigen weg of spoorweg;
 - b. de referentiepunten waarop de geluidproductie, berekend op basis van de brongegevens

- behorende bij de geluidproductieplafonds zoals die zouden gelden na vaststelling of wijziging van het geluidproductieplafond exclusief het effect van de geluidbeperkende maatregelen die geen onderdeel zijn van de geldende brongegevens, hoger is dan de geldende geluidproductieplafonds in de betreffende referentiepunten, en
- c. de referentiepunten waarop de geluidproductie, berekend op basis van de brongegevens behorende bij de geluidproductieplafonds zoals die zouden gelden na vaststelling of wijziging van het geluidproductieplafond afwijken van de geldende geluidproductieplafonds in de betreffende referentiepunten, voor zover deze niet vallen onder onderdeel b.
2. Het akoestisch onderzoek voor vaststelling of wijziging van een geluidproductieplafond heeft betrekking op alle geluidsgevoelige objecten die liggen binnen het gebied:
 - a. waarin het betreffende referentiepunt ligt, en
 - b. dat begrensd wordt door de landsgrenzen, de as van de weg of spoorweg en 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 referentiepunten.
 3. In afwijking van het tweede lid, onderdeel b, is er in het geval de weg of spoorweg van de betreffende beheerder eindigt slechts een naastliggend referentiepunt en strekt het akoestisch onderzoek zich aan de andere zijde uit tot alle geluidsgevoelige objecten.
 4. In afwijking van het tweede en derde lid heeft het akoestisch onderzoek geen betrekking op geluidsgevoelige objecten die naar redelijke verwachting bij volledige benutting van het geluidproductieplafond zoals dat zou gelden na vaststelling of wijziging van het geluidproductieplafond, in de situatie dat er geen geluidbeperkende maatregelen zouden zijn getroffen, een geluidsbelasting ondervinden die lager is dan de voorkeurswaarde.
 5. Het tweede lid is niet van toepassing op de referentiepunten genoemd in het eerste lid, onderdeel c.

Artikel 5.11

1. Bij berekening van de geluidproductie en van de geluidsbelasting vanwege een weg wordt voor wegen waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 kilometer per uur of meer bedraagt, 2 dB in mindering gebracht op de wegdekcorrectie bepaald overeenkomstig bijlage III bij deze regeling.
2. In afwijking van het eerste lid wordt 1 dB in mindering gebracht voor wegen waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 kilometer per uur of meer bedraagt en het wegdek bestaat uit een elementenverharding of een van de volgende wegdektypen:
 - a. Zeer Open Asfalt Beton;
 - b. tweelaags Zeer Open Asfalt Beton, met uitzondering van tweelaags Zeer Open Asfalt Beton fijn;
 - c. uitgeborsteld beton;
 - d. geoptimaliseerd uitgeborsteld beton;
 - e. oppervlaktbewerking.

HOOFDSTUK 6. BINNEN GEBOUWEN

Artikel 6.1

In afwijking van artikel 1.1 wordt in dit hoofdstuk verstaan onder gevel: uitwendige scheidingsconstructie als bedoeld in artikel 1.1 van het Bouwbesluit 2012.

Artikel 6.2

1. Het equivalent geluidsniveau binnen een gebouw ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting ter plaatse wordt bepaald door het equivalent geluidsniveau buiten het gebouw, bepaald overeenkomstig de hoofdstukken 2, 3, 4 of 5, te verminderen met de geluidwering van de gevel.
2. De geluidwering van een gevel kan worden bepaald door middel van meting of berekening.

Artikel 6.3

1. De meting van de geluidwering van een gevel wordt uitgevoerd volgens de in hoofdstuk 4 van NEN 5077:2006 beschreven meetmethode.

2. De berekening van de geluidwering van een gevel wordt uitgevoerd volgens de in NEN-EN 12354-3 beschreven rekenmethode, inclusief de informatieve annexen uit die norm, toegepast op de wijze, beschreven in NPR 5272:2003.
3. Bij de berekening van de geluidwering van de gevel wordt uitgegaan van de situatie zoals die voor een bepaling door metingen van de geluidwering volgens NEN 5077:2006 van toepassing zou zijn.

Artikel 6.4

1. Bij de bepaling van de geluidwering van de gevel wordt rekening gehouden met:
 - a. het geluidspectrum, behorend bij het equivalent geluidsniveau buiten het gebouw;
 - b. de structuur van de gevel;
 - c. de verschillen in het equivalent geluidsniveau buiten het gebouw door de positie van de geluidsbron, de bijbehorende afscherming door gevelvlakken en bijbehorende reflecties via gevelvlakken;
 - d. de geluidwerende kwaliteit en de afmetingen van de elementen waaruit de gevel is opgebouwd, waarbij in ieder geval onderscheid wordt gemaakt in: materialen, kieren, naden en voorzieningen voor luchtverversing;
 - e. de geluidabsorptie van het betreffend vertrek.
2. De geluidwering van een gevel waarbij ventilatie kan plaatsvinden anders dan door het openen van ramen, wordt bepaald met gesloten en afgedichte ventilatieopeningen.
3. Bij toepassing van het tweede lid wordt gerekend met een opening in de gevel waarvan de akoestische prestatie bedraagt: een element-genormd niveauverschil van $D_{n,e} = 40 - 10 \lg q_v$ dB in elke beschouwde octaafband, waarbij de luchthoeveelheid q_v in dm^3/s de helft bedraagt van de op grond van de artikelen 3.28 en 3.29 van het Bouwbesluit 2012 voor nieuwe woongebouwen geëiste hoeveelheid.
4. In afwijking van het tweede lid wordt de geluidwering van een gevel waarin ventilatievoorzieningen zijn aangebracht met een hogere akoestische prestatie dan genoemd in het derde lid, bepaald met geopende dan wel geopend geachte ventilatievoorzieningen.

Artikel 6.5

1. Bij de bepaling van de geluidwering van de gevel wordt uitgegaan van het geluidspectrum behorend bij het equivalent geluidsniveau buiten het gebouw, waarbij voor wegverkeer en spoorwegverkeer wordt uitgegaan van de geluidspectra die worden gegeven met de herleidingswaarden K_i in tabel 6.5, tenzij anders wordt vermeld en gemotiveerd.

Tabel 6.5

Spectrum	K_i [dB] voor de octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
	125 $i = 1$	250 $i = 2$	500 $i = 3$	1000 $i = 4$	2000 $i = 5$
spoorwegverkeersgeluid	-27	-17	-9	-4	-4
wegverkeersgeluid	-14	-10	-7	-4	-6

2. In afwijking van het eerste lid wordt bij spoorwegverkeersgeluid het in het eerste lid gegeven spectrum voor wegverkeersgeluid toegepast, indien in het maatgevende jaar op een spoorweg meer dan 30% spoorvoertuigen passeren behorende tot de spoorvoertuigcategorieën 4, 5 of 11, bedoeld in hoofdstuk 1 van bijlage IV bij deze regeling.

HOOFDSTUK 7. KARTERINGSVOORSCHRIFTEN

Artikel 7.1

Dit hoofdstuk is van toepassing bij het opstellen van geluidsbelastingkaarten.

Artikel 7.2

In dit hoofdstuk wordt verstaan onder equivalent geluidsniveau: het gemiddelde geluidsniveau over lange termijn ten behoeve van de berekening van L_{day} , L_{evening} en L_{night} als bedoeld in bijlage I bij richtlijn nr. 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai (PbEG L 189).



Artikel 7.3

1. Het equivalent geluidsniveau ten behoeve van de berekening van de geluidsbelasting of geluidsbelasting L_{night} van geluidsgevoelige objecten vanwege een weg of een spoorweg die niet op de geluidplafondkaart is aangegeven, wordt bepaald overeenkomstig de bijlagen III en IV bij deze regeling, waarbij geldt dat, indien en voor zover van toepassing, tevens bijlage VII bij deze regeling wordt toegepast en waarbij voor een weg de artikelen 3.3 en 3.5 van overeenkomstige toepassing zijn.
2. Het equivalent geluidsniveau ten behoeve van de berekening van de geluidsbelasting of geluidsbelasting L_{night} van geluidsgevoelige objecten vanwege een weg of spoorweg die op de geluidplafondkaart is aangegeven, wordt bepaald overeenkomstig de bijlagen III en IV bij deze regeling, waarbij geldt dat, indien en voor zover van toepassing, tevens de Standaardkateringsmethode 1 of 2, bedoeld in bijlage VII bij deze regeling, wordt toegepast, waarbij voor een weg de artikelen 3.3 en 3.5 van overeenkomstige toepassing zijn en geen rekening wordt gehouden met de effecten op de geluidemissie die het gevolg zijn van hellingen in het beschouwde weggedeelte, snelheidsbepkende maatregelen en van met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen.

Artikel 7.4

1. Voor de bepaling van de geluidsbelasting vanwege een inrichting of een verzameling van inrichtingen wordt de geluidsbelasting gelijkgesteld aan de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein waarbinnen die inrichting of verzameling van inrichtingen is gevestigd.
2. Voor de bepaling van de geluidsbelasting L_{night} vanwege een inrichting of een verzameling van inrichtingen wordt de geluidsbelasting L_{night} gelijkgesteld aan de geluidsbelasting vanwege die inrichting of verzameling van inrichtingen minus 10 dB.

HOOFDSTUK 8. SLOT- EN OVERGANGSBEPALINGEN

Artikel 8.1

De volgende regelingen worden ingetrokken:

- Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006;
- Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerlawaaï;
- Reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawaaï 2002;
- Meet- en rekenvoorschrift industrielawaaï;
- Meet- en rekenvoorschrift geluidsbelasting binnen gebouwen;
- Meet- en rekenvoorschrift hoofdstuk V Wet geluidhinder.

Artikel 8.2

Deze regeling treedt in werking op het tijdstip waarop de wet van 24 november 2011 houdende wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer (modernisering instrumentarium geluidbeleid, geluidproductieplafonds) in werking treedt.

Artikel 8.3

Deze regeling wordt aangehaald als: Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

Deze regeling zal met de bijlagen en de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

*De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu,
J.J. Atsma.*



BIJLAGE I BEHORENDE BIJ DE ARTIKELN 1.2 EN 1.4 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

Hoofdstuk 1 Akoestisch rapport

Het akoestisch rapport bevat informatie betreffende alle voor het onderzoeksresultaat van belang zijnde aspecten. In het rapport worden in elk geval de volgende gegevens opgenomen:

§ 1: Organisatorische en algemene gegevens

- 1.1. Naam van de opdrachtgever van het akoestisch onderzoek.
- 1.2. Naam van de instantie die het onderzoek heeft uitgevoerd.
- 1.3. Datum van het onderzoek.
- 1.4. Aanleiding en doel van het onderzoek, onder vermelding van de artikelen van de Wet geluidhinder of de Wet milieubeheer op grond waarvan het akoestisch onderzoek is vereist.

§ 2: De toegepaste reken- en/of meetmethode

- 2.1. In het akoestisch rapport dient te worden aangetoond dat de betreffende situatie valt binnen het toepassingsbereik van de gebruikte methode.
- 2.2. Indien een andere methode dan de in deze regeling of de in artikel 2.3, eerste lid, bedoelde handleiding beschreven methode is toegepast, wordt de noodzaak daarvan aangegeven en de betreffende methode beschreven en verantwoord.
- 2.3. Indien een rekenmethode is toegepast, vermeldt het rapport alle gegevens die in de berekening zijn ingevoerd en indien het emissieregister of het geluidregister is geraadpleegd, ook de datum waarop dit is gebeurd c.q. het versienummer van het gebruikte bestand.

§ 3: Inhoudelijke gegevens

- 3.1. Een of meer kaarten en/of tekeningen op een zodanige schaal dat daarmee een duidelijk beeld wordt gegeven van bestaande en/of geprojecteerde (spoor)weggedeelten, industrieterreinen en woningen, andere al dan niet geluidsgevoelige gebouwen alsmede geluidsgevoelige terreinen dan wel geluidsgevoelige objecten, waarop het akoestisch onderzoek betrekking heeft.
- 3.2. De waarneempunten.
- 3.3. De situering, akoestisch relevante dimensies en de aard van de doorgerekende geluidsafschermende maatregelen, zowel op oorspronkelijk kaartmateriaal als in de vorm van de geschematiseerde computerinvoer.
- 3.4. De situering, akoestisch relevante dimensies en de aard van de overige geluidsreflecterende en -afschermende objecten of constructies.
- 3.5. De scheidingslijn(en) tussen akoestisch harde en zachte bodemvlakken, met een aanduiding van de aard van de bodem.
- 3.6. In akoestisch gecompliceerde situaties maakt een grafische weergave van de bij de (computer-) berekeningen gehanteerde geometrische invoergegevens onderdeel uit van de rapportage.

§ 4: Gegevens betreffende wegverkeerslawaai

In het akoestisch rapport betreffende wegverkeerslawaai worden vermeld:

- 4.1. Voor de betreffende weg(gedeelten): het type weg, het type wegdek en de aanwezigheid van akoestisch van belang zijnde hellingen van de weg en van met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen of snelheidsbeperkende maatregelen. En indien van toepassing, duidelijke informatie in de vorm van een tekening en/of kilometeraanduiding van voorstellen voor geluidbeperkende maatregelen.
- 4.2. De gehanteerde verkeersintensiteiten per etmaal, de gehanteerde jaargemiddelde verkeersintensiteiten per uur in de drie etmaalperioden alsmede de verkeerssnelheden van de motorvoertuigcategorieën, genoemd in paragraaf 1.1 van bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012, op de betreffende weg(gedeelten).
- 4.3. Een onderbouwing van de onder 4.2 bedoelde gegevens, eventueel door verwijzing naar publicaties en rapporten als die algemeen toegankelijk zijn.
- 4.4. De datum van de schatting of vaststelling van de verkeerstoestand en het jaar waarop deze betrekking heeft.
- 4.5. Het wegdektype, de bijbehorende wegdekcorrectie en een onderbouwing hiervan, eventueel door een verwijzing naar een algemeen toegankelijke bron.
- 4.6. De wijze waarop in een akoestisch onderzoek volgens hoofdstuk 3 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 toepassing is gegeven aan artikel 3.4 van dat hoofdstuk.
- 4.7. Bij uitvoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer: de wijze en resultaten van de toepassing van het criterium, bedoeld in artikel 11.29, vierde lid, van de Wet milieubeheer.

§ 5: Gegevens betreffende spoorweglawaai

In het akoestisch rapport betreffende spoorweglawaai worden vermeld:

- 5.1. Voor de betreffende spoorweg(gedeelten): het type spoorweg, het type spoorconstructie en de aanwezigheid van kunstwerken zoals bijvoorbeeld bruggen en tunnels. En indien van toepassing, duidelijke informatie in de vorm van een tekening en/of kilometeraanduiding van voorstellen voor geluidbeperkende maatregelen.
- 5.2. De verkeersintensiteiten en verkeerssnelheden van de spoorvoertuigtypen en de spoorvoertuigcategorieën genoemd in bijlage IV van deze regeling, op de betreffende spoorweg(gedeelten).
- 5.3. Een onderbouwing van de onder 5.2 bedoelde gegevens, eventueel door verwijzing naar publicaties en rapporten als die algemeen toegankelijk zijn.
- 5.4. De datum van de schatting of vaststelling van de verkeerstoeestand en het jaar waarop deze betrekking heeft.
- 5.5. Het type bovenbouw, en de bijbehorende bovenbouwcorrectieterm en een onderbouwing hiervan, eventueel door een verwijzing naar een algemeen toegankelijke bron.
- 5.6. Indien met een afwijkende spoorstaafrouwheid wordt gerekend: de meetgegevens als onderbouwing van de spoorstaafrouwheid.
- 5.7. Bij uitvoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer: de wijze en resultaten van de toepassing van het criterium, bedoeld in artikel 11.29, vierde lid, van de Wet milieubeheer.

§ 6: Gegevens betreffende industrielawaai

De rapportage bij het akoestisch onderzoek inzake industrielawaai vermeldt:

- 6.1. Welke invoergegevens zijn gebruikt en op welke wijze de resultaten zijn verkregen.
- 6.2. Alle benodigde gegevens zoals beschreven in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999.

§ 7: Gegevens betreffende de geluidwering van de gevel

De rapportage bij het akoestisch onderzoek inzake de geluidwering van de gevel vermeldt:

- 7.1. Het referentiespectrum;
- 7.2. De invoergegevens voor berekening;
- 7.3. De bronvermelding van de invoergegevens;
- 7.4. De wijze waarop geventileerd kan worden terwijl aan de eisen voor de geluidwering is voldaan.
- 7.5. Een duidelijk beeld van de situering van de gebouwen ten opzichte van het industrieterrein, de weg of de spoorweg en de samenstelling van de gevels waarop het rapport betrekking heeft.

§ 8: Gegevens betreffende geluidsmetingen

- 8.1. Data, waarnemingsperioden en meettijden.
- 8.2. De gebruikte meetapparatuur, microfoonopstelling, wijze van kalibreren en informatie over de signaal-stoorverhouding tijdens de metingen.
- 8.3. Wijze waarop de meetresultaten zijn verwerkt en uitgewerkt.
- 8.4. De meteorologische gegevens.
- 8.5. Gespecificeerde telgegevens per motor- dan wel spoorvoertuigcategorie.
- 8.6. Bij de meting van de geluidwering van de gevel worden tevens de adressen en ruimten waarin is gemeten vermeld, alsmede de aangetroffen situatie, indien deze anders is dan uit de tekeningen blijkt en de oorzaken indien de geluidwering niet voldoet aan de verwachting.

Hoofdstuk 2 Rekenmethode cumulatieve geluidsbelasting

Deze rekenmethode wordt toegepast als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidsbron. Allereerst wordt vastgesteld of van een relevante blootstelling door verschillende geluidsbronnen sprake is. Dit is alleen het geval indien de zogenaamde voorkeurswaarde wordt overschreden. In dit geval berekent de methode de gecumuleerde geluidsbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidsbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode dient de geluidsbelasting bekend te zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt.

De verschillende geluidsbronnen worden hieronder aangeduid als L_{RL} , L_{LL} , L_{IL} , L_{VL} waarbij de indices respectievelijk staan voor spoorwegverkeer, luchtvaart, industrie en (weg)verkeer. De ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder bij wegverkeerslawaai toe te passen aftrek wordt bij de bepaling van L_{VL} met deze rekenmethode niet toegepast. Al deze grootheden moeten zijn uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai waarbij de geluidsbelasting volgens de geldende wettelijke definitie wordt bepaald.

L^*_{RL} is de geluidsbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt als een geluidsbelasting L_{RL} vanwege spoorwegverkeer. L^*_{RL} wordt als volgt berekend:

$$L^*_{RL} = 0,95 L_{RL} - 1,40$$

Bovenstaande geldt mutatis mutandis voor de bronnen luchtvaart (index LL), industrie (index IL) en wegverkeer (index VL). De rekenregels hiervoor zijn:

$$L^*_{LL} = 0,98 L_{LL} + 7,03$$

$$L^*_{IL} = 1,00 L_{IL} + 1,00$$

$$L^*_{VL} = 1,00 L_{VL} + 0,00$$

Als alle betrokken bronnen op deze wijze zijn omgerekend in L^* -waarden, dan kan de gecumuleerde waarde worden berekend door middel van de zogenoemde energetische sommatie. De rekenregel hiervoor is:

$$L_{CUM} = 10 \lg \left[\sum_{n=1}^N 10^{\left[\frac{L^*_n}{10} \right]} \right]$$

waarbij gesommeerd wordt over alle N betrokken bronnen en de index n kan staan voor RL, LL, IL en VL.

L_{CUM} kan als volgt worden omgerekend naar de bronsoort waarvoor een wettelijke beoordeling plaatsvindt:

$$L_{RL,CUM} = 1,05 L_{CUM} + 1,47$$

$$L_{LL,CUM} = 1,02 L_{CUM} - 7,17$$

$$L_{IL,CUM} = 1,00 L_{CUM} - 1,00$$

$$L_{VL,CUM} = 1,00 L_{CUM} + 0,00$$

Beoordeling aanvaardbaarheid

Om een eerste indruk te krijgen van de aanvaardbaarheid van de totale geluidssituatie kan een op de hierboven beschreven wijze gecumuleerde belasting worden vergeleken met de voor die bronsoort van toepassing zijnde normering. Daarbij moet echter worden bedacht dat de normen zijn gesteld voor toetsing van een bron afzonderlijk, zodat letterlijke toepassing van de normen bij de beoordeling van cumulatie niet aan de orde is. Wanneer het onderzoek plaatsvindt op grond van de Wet geluidhinder en de bronsoort wegverkeer betreft, moet bovendien worden bedacht dat in de bijdrage(n) van de wegverkeersbron(nen) aan het cumulatieve niveau geen rekening is gehouden met de aftrek op grond van artikel 110g van de Wet geluidhinder. In het geval van een onderzoek aan een wegverkeersbron op grond van de Wet geluidhinder ligt vergelijking met de normering voor wegverkeer in de Wet geluidhinder, die betrekking heeft op de geluidsbelasting waarop wel de aftrek is toegepast, daarom minder voor de hand.

Bij de beoordeling van de aanvaardbaarheid van het cumulatieve niveau is het daarnaast goed om aandacht te schenken aan het aantal geluidsgevoelige bestemmingen dat met een hoge cumulatieve geluidsbelasting wordt geconfronteerd, de vraag of één dan wel meer gevels hoogbelast zijn (al dan niet door verschillende bronnen), en de mogelijkheid om de cumulatieve geluidsbelasting te verlagen door de geluidsbelasting vanwege de bron waarvoor het onderzoek is ingesteld (verder) te verlagen. Wanneer het onderzoek plaatsvindt op grond van de Wet milieubeheer kan het daarnaast gewenst zijn om met de beheerder(s) van de andere bron(nen) te overleggen over de mogelijkheid om de cumulatieve geluidsbelasting te verlagen.

BIJLAGE II BEHORENDE BIJ HOOFDSTUK 2 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

De aftrek, bedoeld in artikel 2.3, tweede lid, geldt voor het industrieterrein in het geheel. De aftrek is van toepassing op de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein; de waarde hiervan is per definitie in hele waarden afgerond. Voor de bepaling van de toe te passen aftrek voor een industrieterrein wordt eerst bepaald wat volgens onderstaande tabel de maximale aftrek is op de beoordelingspunten. De beoordelingspunten liggen bij in de zone aanwezige geluidsgevoelige bestemmingen, te weten woningen, geluidsgevoelige gebouwen en geluidsgevoelige terreinen. Bevinden zich geen geluidsgevoelige bestemmingen in de zone, dan liggen de beoordelingspunten op de zonegrens. De waarde van de aftrek is afhankelijk van de bepalende bedrijven op de relevante delen van het industrieterrein en kan derhalve per beoordelingspunt verschillen. Het beoordelingspunt met de laagste aftrek is maatgevend voor het hele industrieterrein.

Industrieterrein waarbij de geluidsbelasting op één of meer beoordelingspunten wordt bepaald ¹ door	Maximale aftrek in dB in het geval de geluidsbelasting op één of meer beoordelingspunten wordt bepaald ² door		
	bedrijven met een jaargemiddeld continue geluidsuitstraling	zowel bedrijven met een jaargemiddeld continue geluidsuitstraling als bedrijven met een jaargemiddeld niet continue geluidsuitstraling	bedrijven met een jaargemiddeld niet continue geluidsuitstraling
1 bedrijf (solitaire inrichting)	0	n.v.t.	2
Meer dan 1 maar minder dan 10 bedrijven	0	1	2
10 of meer bedrijven	1	2	3

¹ Bepalend zijn de bedrijven, met de grootste bijdragen aan de geluidsbelasting, die gezamenlijk een geluidsbelasting veroorzaken ter grootte van de geluidsbelasting vanwege het industrieterrein als geheel verminderd met 1 dB.

² Bedrijven hebben een 'jaargemiddeld continue geluidsuitstraling' als de geluidsuitstraling jaargemiddeld gezien niet meer dan 2 dB lager is dan de geluidsuitstraling in de representatieve bedrijfssituatie.

Toelichting bij de tabel

Bepalend voor de waarde die het effect van de redelijke sommatie kan aannemen is het aantal bedrijven dat bepalend is voor de geluidsbelasting op de beoordelingspunten en de continuïteit van de geluidsuitstraling van die bepalende bedrijven.

Voor het begrip 'bepalend' is een concreet criterium gegeven. Bepalend zijn die bedrijven die de grootste deelbijdragen leveren op het betreffende beoordelingspunt. De overige bedrijven zijn niet bepalend voor het vaststellen van het effect van de redelijke sommatie.

Ook voor het karakter van de geluidsuitstraling is een concreet criterium gegeven. De continuïteit van de geluidsuitstraling wordt bepaald door het verschil tussen de geluidsuitstraling in de representatieve bedrijfssituatie en de gemiddelde geluidsuitstraling beoordeeld over de periode van één jaar.

Als in de zone meerdere van de in tabel genoemde situaties optreden, geldt de laagste waarde als maximale aftrek voor de gehele zone. Als zich in de zone bijvoorbeeld woningen bevinden die bepalend worden belast door minder dan 10 bedrijven met een jaargemiddeld echt continue geluidsuitstraling, dan is de maximale aftrek voor de gehele zone altijd gelijk aan 0 dB. De betreffende woningen kunnen dan geen hogere geluidsbelasting gaan ondervinden dan de voor die woningen vastgestelde grenswaarden.

BIJLAGE III BEHORENDE BIJ HOOFDSTUK 3 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

INHOUD

1. STANDAARDREKENMETHODE 1
 - 1.1 Begrippen
 - 1.2 Geometrische definiëring situatie
 - 1.3 Toepassingsbereik methode
 - 1.4 Rekenmodel
 - 1.5 Emissiegetal
 - 1.6 Optrekcorrectie C_{optrek}
 - 1.7 Reflectieterm
 - 1.8 Afstandsterm
 - 1.9 Luchtdemping, bodemeffect, meteo-effect
2. STANDAARDREKENMETHODE 2
 - 2.1 Begrippen
 - 2.2 De hoofdformule
 - 2.3 Reflecties
 - 2.4 De emissieterm L_E
 - 2.5 Optrektoeslag ΔL_{OP}
 - 2.6 De geometrische uitbreidingsterm ΔL_{GU}
 - 2.7 De luchtdemping ΔL_L
 - 2.8 De bodemdemping ΔL_B
 - 2.9 De meteocorrectieterm C_M
 - 2.10 De schermwerking ΔL_{SW}
 - 2.11 De niveaureductie ΔL_R ten gevolge van absorptie bij reflecties
 - 2.12 Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau
3. STANDAARDMEETMETHODE
 - 3.1 De meetmethode voor de bepaling van het L_{Aeq}
 - 3.2 Apparatuur
 - 3.3 Meteorologische randvoorwaarden
 - 3.4 De meetplaats
 - 3.5 De meetprocedure
4. WEGDEKCORRECTIE
 - 4.1 Metingen
 - 4.2 Bepalen van het gemiddelde geluidsniveau per voertuigcategorie en per meetlocatie
 - 4.3 Bepalen van de initiële wegdekcorrectie uit middeling over verschillende locaties
 - 4.4 Bepalen van de verouderingscorrectie (C_{tijd})
 - 4.5 Bepalen van de wegdekcorrectie uit de initiële wegdekcorrectie en C_{tijd}
5. REKENREGEL SCHERMTOP
 - 5.1 Definitie
 - 5.2 Rekenregel
6. REKENREGEL MIDDENBERMSCHERM
 - 6.1 Definitie
 - 6.2 Rekenregel
7. TOELICHTING
 - 7.1 Begrippen
 - 7.2 Standaardrekenmethode 1
 - 7.3 Standaardrekenmethode 2
 - 7.4 Standaardmeetmethode
 - 7.5 Methode bepaling wegdekcorrectie
 - 7.6 Rekenregel middenbermscherm
 - 7.7 Lijst met definities

1. Standaardrekenmethode 1

1.1 Begrippen

1. In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:
 - afstand tot rijlijn*: kleinste afstand tussen het waarneempunt en een rijlijn (symbool r);
 - begrenzingslijnen*: begrenzingen van de voor de geluidsimmissie meest bepalende omgeving van het waarneempunt (zie Figuur 1.1);
 - etmaalperiode*: gedeelte van een etmaal waarover het equivalent geluidsniveau wordt bepaald;
 - hoogte van de waarnemer*: hoogte van de waarnemer ten opzichte van het maaiveld (symbool h_w);
 - hoogte van het wegdek*: hoogte van het wegdek ten opzichte van het maaiveld (symbool h_{weg});

horizontale afstand tot rijlijn: kortste horizontale afstand tussen een (waarneem)punt en een rijlijn (symbool d , eventueel met indices);

maatgevende verkeersintensiteit: verkeersintensiteit, zoals die, in het voor de geluidsbelasting bepalende jaar, gemiddeld over een representatief tijdvak, optreedt;

rijlijn: lijn in het midden van een rijstrook op 0,75 m boven wegdekhoogte, die de plaats van de geluidsafstraling van de motorvoertuigen representeert;

verkeersintensiteit: aantal motorvoertuigen van een categorie motorvoertuigen als bedoeld in het tweede lid, dat jaarlijks per uur, gemiddeld over een etmaalperiode, passeert;

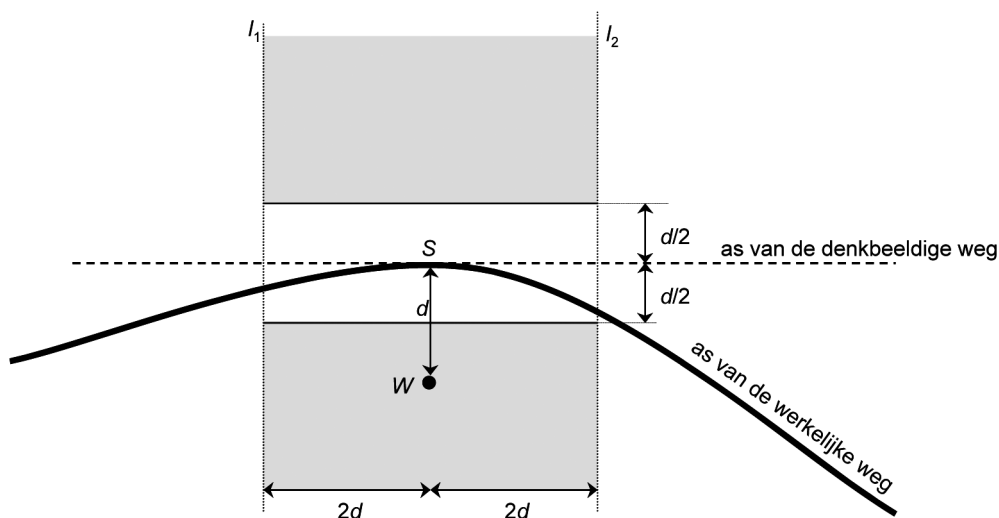
verkeerssnelheid: voor het betreffende wegvak representatief te achten gemiddelde snelheid per categorie motorvoertuigen als bedoeld in het tweede lid;

waarneempunt: punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB(A), het L_{Aeq} , bepaald moet worden; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak.

2. 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, alsmede andere motorvoertuigen die ongeleed zijn en voorzien van een enkele achteras waarop vier banden zijn gemonteerd;
 - c. categorie zv (zware motorvoertuigen): gelede motorvoertuigen, alsmede motorvoertuigen die zijn voorzien van een dubbele achteras, met uitzondering van autobussen.
3. Als gebruik wordt gemaakt van automatische telapparatuur met een van het tweede lid afwijkende categorie-indeling, zijn deze tellingen toepasbaar als van deze automatische telapparatuur is aangetoond dat het berekende, op tienden van decibellen afgeronde equivalent geluidsniveau niet meer dan 0,5 dB afwijkt bij voor de betreffende wegtype representatieve verkeerssamenstelling.

1.2 Geometrische definitie situatie

Ten behoeve van de berekening wordt de geometrische situatie als volgt geschematiseerd.



Figuur 1.1 Horizontale projectie van het aandachtsgebied dat ten behoeve van de toetsing aan de toepassingsvoorwaarden wordt gedefinieerd. De onderbroken lijnen l_1 en l_2 vormen de begrenzinglijnen van het aandachtsgebied.

Vanuit de waarnemer W wordt de kortste verbindinglijn naar de as van de weg getrokken (de lengte van WS is d). Op afstanden $2d$ vanuit W liggen evenwijdig aan WS de begrenzinglijnen l_1 en l_2 . De lijn door S loodrecht op WS , representeert de as van de denkbeeldige weg (die het model is van de werkelijke weg).

1.3 Toepassingsbereik methode

De Standaardrekenmethode 1 is gebaseerd op een vereenvoudiging van de situatie, waardoor ten aanzien van het toepassingsbereik van de methode de volgende voorwaarden gelden voor het aandachtsgebied tussen de begrenzinglijnen l_1 en l_2 :

- a. de as van de werkelijke weg doorsnijdt de in Figuur 1.1 aangegeven gerasterde gebieden niet;

- b. de weg bevat geen hoogteverschillen van meer dan drie meter ten opzichte van de gemiddelde weghoogte;
- c. het zicht vanuit de waarnemer op de weg wordt niet belemmerd over een hoek van meer dan 30°;
- d. het wegdek is van hetzelfde type;
- e. de verkeersvariabelen vertonen geen belangrijke variaties.

1.4 Rekenmodel

Het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} in dB(A) vanwege het wegverkeer wordt gevonden uit:

$$L_{Aeq} = E + C_{optrek} + C_{reflectie} - D_{afst \tan d} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo} \quad 1.1$$

met:

E : emissiegetal (maat voor de bronsterkte en afhankelijk van maatgevende verkeersintensiteiten, snelheden en wegdektype);

C_{optrek} : correctieterm in verband met eventuele met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen, of in verband met obstakels in de weg die de gemiddelde snelheid sterk verlagen;

$C_{reflectie}$: correctieterm in verband met eventuele reflecties tegen bebouwing of andere verticale vlakken;

$D_{afstand}$: term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt;

D_{lucht} : term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt;

D_{bodem} : term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt;

D_{meteo} : term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewind situatie in rekening brengt.

De uitkomst van formule 1.1 heeft slechts betrekking op één rijlijn. Bij wegen die bestaan uit twee of meer rijstroken worden de afzonderlijke rijlijnen samengevoegd tot representatieve rijlijnen waarop alle verkeer van de samen te voegen rijlijnen is geconcentreerd. De samen te voegen rijlijnen voldoen aan de volgende voorwaarden:

- de afstand tussen de buitenste samen te voegen rijlijnen is kleiner dan 0,7 maal de afstand tussen de representatieve rijlijn en het waarneempunt;
- de weg is duidelijk niet asymmetrisch ten opzichte van de representatieve rijlijn, zowel qua verkeerstoestand als qua weginrichting.

In gevallen waarin de weg niet over de volle breedte kan worden vervangen door één representatieve rijlijn wordt het totale L_{Aeq} vanwege de weg verkregen door energetische sommatie van de uitkomsten van de berekeningen voor alle rijlijnen:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \quad 1.2$$

met:

$L_{Aeq,i}$: L_{Aeq} vanwege de i -de rijlijn;

N : het aantal rijlijnen.

1.5 Emissiegetal

Voor elke rijlijn volgt het emissiegetal E uit de energetische sommatie van de emissiegetallen per motorvoertuigcategorie:

$$E = 10 \lg \left(10^{\frac{E_{lv}}{10}} + 10^{\frac{E_{mv}}{10}} + 10^{\frac{E_{zv}}{10}} \right) \quad 1.3$$

met:

E_{lv} , E_{mv} en E_{zv} de emissiegetallen van respectievelijk de lichte (index lv), middelzware (index mv) en de zware (index zv) motorvoertuigen.

Als andere categorieën dan de hiervoor genoemde categorieën akoestisch relevant zijn, dan kan de sommatie worden uitgebreid met de emissiegetallen voor die categorieën.

Bij de berekening van de onderscheiden emissiegetallen wordt rekening gehouden met het geluidsvermogen van de motorvoertuigen, met de maatgevende verkeersintensiteit, verkeerssnelheid en referentiesnelheid (respectievelijk Q in aantallen/h, v in km/h en v_0 in km/h) per rijlijn tussen de begrenzinglijnen en met een wegdekcorrectie, volgens de wijze aangegeven met de formules 1.4 tot en met 1.6. De referentiesnelheid v_0 is voor lichte motorvoertuigen 80 km/h en voor middelzware en zware motorvoertuigen 70 km/h.

$$E_{lv} = 70,0 + 29,8 \lg(v_{lv} / v_0) + 10 \lg(Q / v)_{lv} + C_{wegdek,lv} \quad 1.4$$

$$E_{mv} = 73,2 + 19,0 \lg(v_{mv} / v_0) + 10 \lg(Q / v)_{mv} + C_{wegdek,mv} \quad 1.5$$

$$E_{zv} = 76,0 + 17,9 \lg(v_{zv} / v_0) + 10 \lg(Q / v)_{zv} + C_{wegdek,zv} \quad 1.6$$

Indien het in rekening brengen van bromfietsen, motorfietsen of trams noodzakelijk wordt geacht, dienen de emissiegetallen voor de betreffende extra voertuigcategorie of voertuigcategorieën aan formule 1.3 te worden toegevoegd. De emissiegetallen voor die categorieën worden berekend met de volgende emissievergelijkingen:

voor bromfietsen:

$$E_{bromfiets} = 68 + 10 \lg(Q / v)_{bromfiets} \quad 1.6a$$

voor motorfietsen:

$$E_{motorfiets} = 15 + 29 \lg(v) + 10 \lg(Q / v)_{motorfiets} \quad 1.6b$$

voor trams op een rail op dwarsliggers in ballastbed, of op stangenspoor:

$$E_{tram,ballastbed} = 25 + 30 \lg(v) + 10 \lg(Q / v)_{tram,ballastbed} \quad 1.6c$$

voor trams op een in (asfalt)beton aangebrachte rail:

$$E_{tram,asfaltbeton} = 31 + 30 \lg(v) + 10 \lg(Q / v)_{tram,asfaltbeton} \quad 1.6d$$

De wegdekcorrectie is het verschil tussen het emissiegetal (dat gebaseerd is op motorvoertuigen op een dicht asfaltbeton) en het emissiegetal bepaald voor het afwijkende wegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid en wordt beschreven met de volgende relatie:

$$C_{wegdek,m} = \sigma_m + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right) \quad 1.7$$

met:

m : de voertuigcategorie;

v_0 : 80 km/h voor lichte motorvoertuigen (lv) en 70 km/h voor middelzware en zware motorvoertuigen (mv en zv);

σ_m : verschil in dB(A) bij de referentiesnelheid v_0 ;

τ_m : snelheidsindex in dB(A) per decade snelheidstoename.

De coëfficiënten σ_m en τ_m dienen bepaald te worden volgens de in hoofdstuk 4 opgenomen methode.

1.6 Optrekcorrectie C_{optrek}

De optrekcorrectie C_{optrek} 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 correctieterm geeft een toeslag weer ten opzichte van verkeer dat rijdt met

een constante snelheid van 50 km/h. De optrekcorrectie is het maximum van twee correctietermen, volgens:

$$C_{optrek} = \max(C_{kruispunt}; C_{obstakel}; 0) \quad 1.8$$

met:

$C_{kruispunt}$: de correctie vanwege een kruispunt;

$C_{obstakel}$: de correctie vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt.

1.6.1 Kruispuntcorrectie $C_{kruispunt}$

De kruispuntcorrectie $C_{kruispunt}$ wordt bij met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen toegepast tot 150 meter van het kruispunt als de verkeersintensiteit op de kruisende weg (ten opzichte van de beschouwde weg) groter is dan 1/5 van de verkeersintensiteit op de beschouwde weg en minimaal 500 motorvoertuigen per etmaal bedraagt. Deze correctie, die voor elke rijlijn apart wordt bepaald, wordt op de volgende manier berekend:

$$C_{kruispunt} = 1,4 + 0,01p - 0,01a \quad 1.9$$

met:

p : de som van het percentage middelzware- en zware motorvoertuigen [%];

a : de afstand van het waarneempunt tot het midden van het kruispunt [m].

Indien meerdere kruisingen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen de meest dichtstbijzijnde kruising beschouwd.

1.6.2 Obstakelcorrectie $C_{obstakel}$

De correctie voor de aanwezigheid van een situatie die de snelheid sterk beperkt $C_{obstakel}$ wordt toegepast tot 100 meter 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. De correctie, die voor elke rijlijn apart wordt bepaald, wordt op de volgende manier berekend:

$$C_{obstakel} = 0,65 + 0,004p - 0,007a \quad 1.10$$

met:

p : de som van het percentage middelzware- en zware motorvoertuigen [%];

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

Indien meerdere obstakels die de snelheid sterk verlagen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen het meest dichtstbijzijnde obstakel beschouwd.

1.7 Reflectieterm

De reflectieterm $C_{reflectie}$ wordt in rekening gebracht voor vlakken die zich ten opzichte van het waarneempunt aan de overzijde van de weg bevinden, als voor deze vlakken geldt dat:

- deze akoestisch hard en vlak zijn;
- deze verticaal en ongeveer evenwijdig aan de weg staan;
- deze hoger zijn dan de hoogte van de waarnemer h_w ;
- de horizontale afstand d_r daarvan tot de dichtst bij het waarneempunt gelegen rijlijn kleiner is dan 100 meter en tevens kleiner dan viermaal de horizontale afstand d_w van het waarneempunt tot de meest nabij gelegen rijlijn.

$C_{reflectie}$ is gelijk aan anderhalf maal de objectfractie f_{obj} waaronder wordt verstaan het deel van de afstand $4(d_r + d_w)$ aan de overzijde van de weg, symmetrisch ten opzichte van het waarneempunt, waarover de geluidsreflecterende vlakken zich uitstrekken. De reflectieterm heeft voor elke rijlijn van de weg dezelfde waarde.

1.8 Afstandsterm

De afstandsterm $D_{afstand}$ wordt berekend volgens:

$$D_{afstand} = 10 \lg(r) \quad 1.11$$

met:

r de kortste afstand tussen het waarneempunt en de betreffende rijlijn [m].

Als de berekening wordt uitgevoerd voor een representatieve rijlijn wordt r gerekend tot deze rijlijn.

1.9 Luchtdemping, bodemeffect, meteo-effect

Deze termen worden op de hierna volgende wijze berekend:

$$D_{lucht} = 0,01r^{0,9} \quad 1.12$$

met r de kleinste afstand tussen waarneempunt en rijlijn [m]

$$D_{bodem} = B \left[2 + 4 \left(1 - e^{-0,04r} \right) \left(e^{-0,65h_w} + e^{-0,65(h_{weg}+0,75)} \right) \right] \quad 1.13$$

met B de bodemfactor, gedefinieerd als het deel van het bodemvlak, begrensd door de wegas en de denkbeeldige lijnen vanuit het waarneempunt naar de snijpunten van de begrenzinglijnen met de wegas, dat niet reflecterend is.

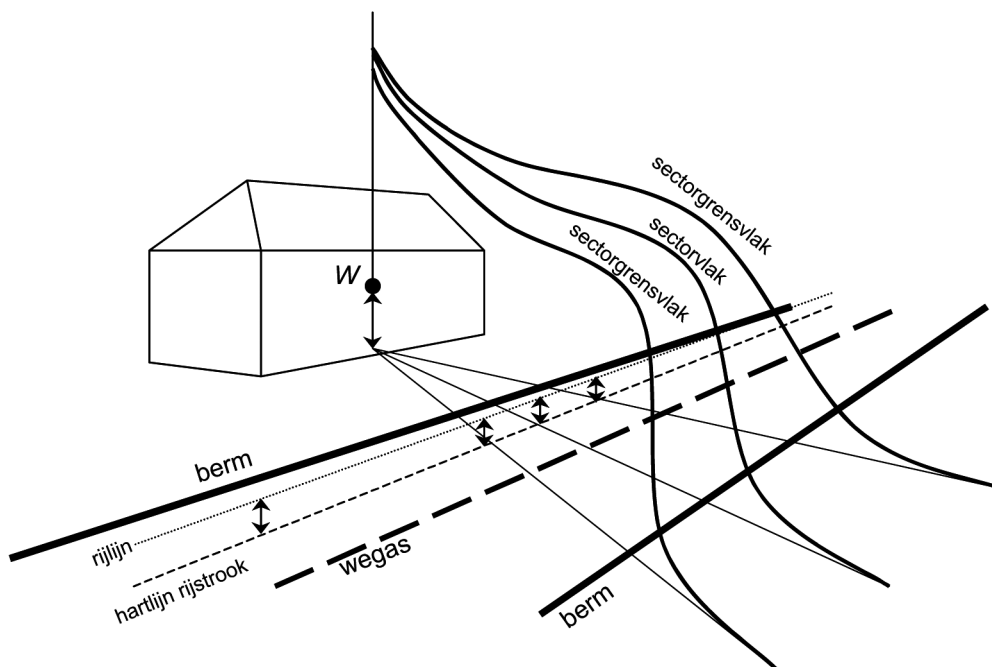
$$D_{meteo} = 3,5 - 3,5e^{-0,04r/(h_{weg}+h_w+0,75)} \quad 1.14$$

2. Standaardrekenmethode 2

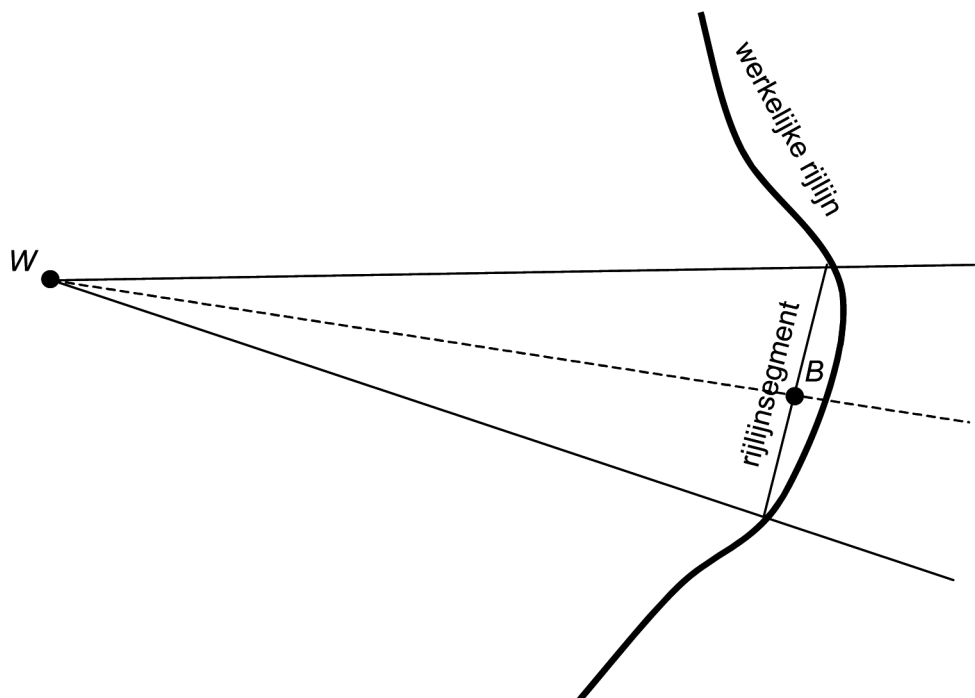
2.1 Begrippen

- In dit hoofdstuk wordt verstaan onder:
 - bronpunt*: snijpunt van een sectorvlak met een rijlijnsegment;
 - etmaalperiode*: gedeelte van een etmaal waarover het equivalent geluidsniveau wordt bepaald;
 - openingshoek van een sector*: hoek tussen de begrenzingvlakken van een sector in het horizontale vlak;
 - rijlijn*: lijn in het midden van een rijstrook, op 0,75 m boven wegdekhoogte, die de plaats van de geluidsafstraling 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 geluidsniveau 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;
 - verkeerssnelheid*: voor het betreffende wegvak representatief te achten gemiddelde snelheid per categorie motorvoertuigen als bedoeld in het tweede lid;
 - waarneempunt*: punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB(A), het L_{Aeq} , bepaald moet worden; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel, dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak;
 - zichthoek*: hoek waaronder een object (gevel, scherm, weggedeelte, etc.) in horizontale projectie wordt gezien vanuit het waarneempunt.
- Voor de toepassing van dit hoofdstuk worden de volgende categorieën motorvoertuigen onderscheiden:
 - categorie lv (lichte motorvoertuigen): motorvoertuigen op drie of meer wielen, met uitzondering van de in categorie mv en categorie zv bedoelde motorvoertuigen;
 - categorie mv (middelzware motorvoertuigen): gelede en ongelede autobussen, alsmede

- andere motorvoertuigen die ongeleed zijn en voorzien van een enkele achteras waarop vier banden zijn gemonteerd;
- c. categorie zv (zware motorvoertuigen): gelede motorvoertuigen, alsmede motorvoertuigen die zijn voorzien van een dubbele achteras, met uitzondering van autobussen.
3. Als gebruik wordt gemaakt van automatische telapparatuur met een van het tweede lid afwijkende categorie-indeling, zijn deze tellingen toepasbaar als van deze automatische telapparatuur is aangetoond dat het berekende, op tienden van decibellen afgeronde equivalent geluidsniveau 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 hoofdfomule

Het equivalente geluidsniveau in dB(A), het L_{Aeq} , wordt als volgt berekend:

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

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:

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

met:

L_E : de emissieterm	§ 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	§ 2.9
ΔL_{SW} : de schermwerking ¹	§ 2.10
ΔL_R : de niveaureductie ten gevolge van reflecties ¹	§ 2.11

Er wordt gesommeerd over de octaafbanden met indices $i = 1$ tot en met $i = 8$ en middenfrequenties respectievelijk 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz.

De sectorindeling is zodanig dat de geometrie en de verkeerssituatie in een sector goed worden beschreven met de geometrie en de verkeerssituatie in het sectorvlak. Hierbij kan worden uitgegaan van een vaste of een variabele openingshoek. De openingshoek bij vaste sectorhoeken is 2°, bij het gebruik van variabele sectorhoeken is de maximale openingshoek 5°. De minimale sectorhoek bedraagt daarvoor 0,5°.

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

De sommatie aangegeven met de index m vindt plaats over de drie in artikel 3.2, tweede lid, van deze regeling onderscheiden voertuigcategorieën, te weten: lichte ($m = lv$), middelzware ($m = mv$) en zware ($m = zv$) motorvoertuigen. Als andere categorieën dan de hiervoor genoemde categorieën akoestische relevant zijn, dan kan de sommatie worden uitgebreid met deze categorieën.

2.3 Reflecties

Indien zich binnen een sector objecten met een verticaal, hard oppervlak bevinden, die voldoen aan de hieronder gestelde voorwaarden, dan wordt het L_{Aeq} mede 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.

Om als reflecterend oppervlak te worden aangemerkt:

- heeft het vlak een zichthoek van 2° of meer;
- steekt het vlak over de gehele sectorhoek ten minste twee meter boven het wegdek uit.

Nader onderzoek naar de invloed van reflecties op het L_{Aeq} is vereist indien:

- het reflecterend oppervlak een grotere hoek met de verticaal maakt dan 5 graden;
- 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;
- het reflecterend object een geluidsafschermende voorziening is die aan de wegzijde is voorzien van een absorberend oppervlak;
- het reflecterend object een geluidsafschermende voorziening is en zich aan de overzijde van de weg eveneens een geluidsafschermende voorziening bevindt.

¹ Indien van toepassing.

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

2.4 De emissieterm L_E

Bij de bepaling van de emissieterm L_E wordt gebruik gemaakt van de indeling in voertuigcategorieën als bedoeld in artikel 2.1 van deze bijlage. Voor de berekening van L_E zijn de volgende gegevens nodig:

Q : de gemiddelde intensiteit van de betreffende voertuigcategorie [h^{-1}];
 v_m : de gemiddelde snelheid van de betreffende voertuigcategorie [km/h];
 v_0 : de referentiesnelheid van de betreffende voertuigcategorie, deze bedraagt voor lv 80 km/h en voor mv en zv 70 km/h [km/h];
 C_{wegdek} : de wegdekcorrectie [dB(A)];
 C_H : de hellingcorrectie [dB(A)].

De berekening verloopt als volgt:

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

waarin $\alpha + \beta \cdot \lg(v/v_0)$ het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau van de betreffende 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 i en de voertuigcategorie m . 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		
	$m = \text{lv}$	$m = \text{mv}$	$m = \text{zv}$
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		
	$m = \text{lv}$	$m = \text{mv}$	$m = \text{zv}$
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

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

Voor trams is een keuze mogelijk uit twee bovenbouwconstructies, namelijk:

1. rail op dwarsliggers in ballastbed of stangenspoor;
2. rail in (asfalt)beton.

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

Octaafband i	motorfietsen		bromfietsen		trams op ballastbed		trams in (asfalt)beton	
	α	β	α	β	α	β	α	β
1	82	29	60	0	29	30	32	30
2	90	29	75	0	39	30	47	30
3	97	29	86	0	46	30	54	30
4	99	29	93	0	53	30	59	30
5	96	29	97	0	55	30	61	30
6	96	29	96	0	54	30	58	30
7	93	29	94	0	48	30	50	30
8	87	29	91	0	36	30	38	30

2.4.2 De wegdekcorrectie C_{wegdek}

Voor een wegdektype dat afwijkt van dicht asfaltbeton wordt een correctie op het A-gewogen equivalente bronvermogen in rekening gebracht. De wegdekcorrectie C_{wegdek} is het verschil tussen het emissiegetal dat is gebaseerd op dicht asfaltbeton en het emissiegetal bepaald voor het afwijkende wegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid en wordt beschreven met de volgende relatie:

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

met:

v_0 : is de snelheid in km/h: 80 km/h voor lichte motorvoertuigen ($m = lv$) en 70 km/h 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 dienen bepaald te worden volgens de in hoofdstuk 4 opgenomen methode.

2.4.3 De hellingcorrectie C_H

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

Tabel 2.3 De hellingcorrectie C_H voor de verschillende voertuigcategorieën

m	C_H
lv	$C_H = 0,25 p_h - 0,75$
mv zv	$C_H = 0,5 p_h - 1,5$

waarin:

p_h het hellingspercentage van het betreffende wegvak is.

2.5 Optrektoeslag ΔL_{OP}

De optrekcorrectie 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 optrekcorrectie ten gevolge van deze snelheidsbeperkende maatregelen mag alleen toegepast worden 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/h. De optrekcorrectie is het maximum van twee correctietermen, volgens:

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

met:

$\Delta L_{kruispunt,m}$: de toeslag vanwege een kruispunt;

$\Delta L_{obstake,m}$: de toeslag vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt.

Bij 'modelleringsnelheden' die afwijken van 50 km/h moet nader onderzoek plaatsvinden naar de hoogte van de optrekcorrectie.

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 2500 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 2500 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 betreffende 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):

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

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

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

waarbij *q* afhankelijk is van het type kruispunt. De waarde van *q* volgt uit Tabel 2.4.

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

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

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

Tabel 2.4 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 meter 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):

$$\Delta L_{obstakel} = 0 \quad 2.9$$

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

$$\Delta L_{obstakel} = 1 - 0,01a \quad 2.10$$

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

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

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

Indien 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:

R_0 : de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindinglijn [m].

Θ : de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment (in graden).

Φ : de openingshoek van de sector (in graden).

De berekening van ΔL_{GU} verloopt als volgt:

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

Als de hoek Θ een waarde aanneemt die kleiner is dan de openingshoek van de betreffende sector 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 verbindinglijn [m].

De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_L = R_0 \delta_{lucht} \quad 2.13$$

waarbij δ_{lucht} de luchtdempingscoëfficiënt is. De waarde van δ_{lucht} wordt gegeven in Tabel 2.5.

Tabel 2.5 De luchtdempingscoëfficiënt δ_{lucht} als functie van de octaafband i

octaafbandindex	δ_{lucht} [dB/m]
1	0
2	0
3	0,001
4	0,002
5	0,004
6	0,010
7	0,023

octaafbandindex	δ_{lucht} [dB/m]
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 meter. Het resterende gedeelte van de afstand R tussen bron- en waarneempunt is het middengebied. Indien de afstand R kleiner is dan 140 meter, dan is de lengte van het middengebied nihil. Indien de afstand R kleiner is dan 70 meter, 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 één gesteld.

Voor akoestisch hard gebied (water, geasfalteerde vlakken en dergelijke) is de absorptiefractie gelijk aan nul. 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.

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 meter vanuit het bronpunt wordt een absorptiefractie gelijk aan nul toegepast. De waarde van Y wordt gegeven door de volgende formule:

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

met:

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 [–]

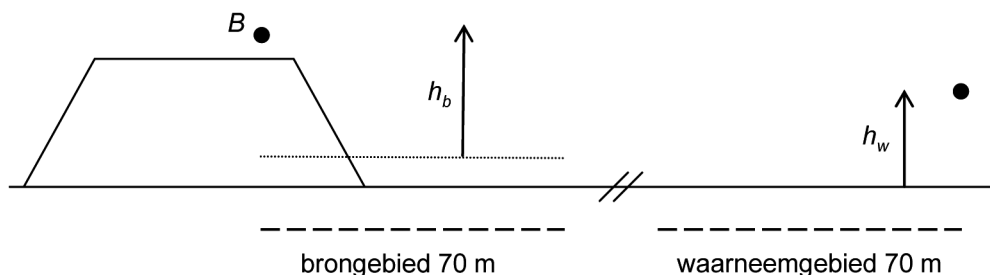
B_m : de absorptiefractie van het middengebied [–]

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 nul, wordt voor h_b respectievelijk h_w de waarde nul aangehouden. Als in de betreffende 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 formule 2.20 in § 2.10.

De berekening van de bodemdemping verloopt volgens de formules, gegeven in Tabel 2.6.

Tabel 2.6 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 $\gamma(x, y)$.

Octaafband 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:

$$\begin{aligned} \gamma_o(x, y) &= 1 - 30 x/y & \text{voor } y \geq 30x \\ \gamma_o(x, y) &= 0 & \text{voor } y < 30x \end{aligned} \quad 2.15a$$

$$\begin{aligned} \gamma_1(x, y) &= 3,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,12(x-5)^2] \\ &\quad + 5,7[1 - \exp(-2,8 \cdot 10^{-6}y^2)] \exp(-0,09 x^2) \end{aligned} \quad 2.15b$$

$$\gamma_2(x, y) = 8,6[1 - \exp(-0,02y)] \exp(-0,09 x^2) \quad 2.15c$$

$$\gamma_3(x, y) = 14,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,46 x^2] \quad 2.15d$$

$$\gamma_4(x, y) = 5,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,9 x^2] \quad 2.15e$$

Voor de variabelen x en y worden de waarden van de grootheden gesubstitueerd die tussen haakjes in cursieven achter de overeenkomstige functies γ uit de formules als gegeven in Tabel 2.6 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 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 waarneembied [m].

Als h_b en/of h_w kleiner is dan nul, wordt voor h_b respectievelijk h_w de waarde nul aangehouden. De berekening verloopt als volgt:

$$C_M = 3,5 - 35 \frac{h_b + h_w}{R} \text{ voor } R > 10(h_b + h_w) \quad 2.16$$
$$C_M = 0 \quad \text{voor } R \leq 10(h_b + h_w)$$

2.10 De schermwerking ΔL_{SW}

(incl. de termen S_w en S_b uit de bodemdempingsformules als gegeven in Tabel 2.6).

Indien zich binnen een sector objecten bevinden waarvan de zichthoek ten minste samenvalt met de openingshoek van de betreffende sector en waarvan tevens in redelijkheid is te verwachten dat die de geluidsoverdracht zullen belemmeren, wordt de schermwerking ΔL_{SW} tezamen met een verminderde bodemdemping (vervat in de termen S_w en S_b , zie Tabel 2.6 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 als volgt berekend:

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

waarin:

ΔL_{SWN} = de schermwerking van een afschermend object, niet zijnde een middenbermscherm;

C_{mbs} = de middenbermcorrectie.

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

De berekeningsformule van de schermwerking ΔL_{SW} van een willekeurig gevormd object (niet zijnde een middenbermscherm) 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 vanwege 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 als volgt berekend:

$$\Delta L_{SWN} = H F(N_f) + C_T - C_P \quad 2.18$$

waarin:

H de effectiviteit van het scherm is;

$F(N_f)$ een functie met argument N_f (het fresnelgetal);

C_T de correctieterm vanwege een schermtop;

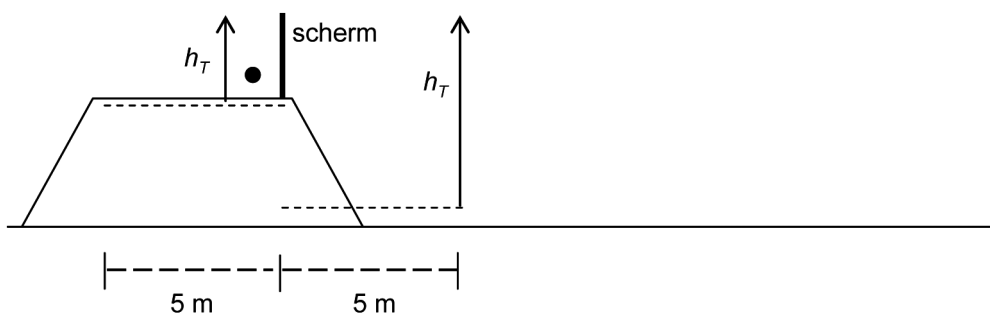
C_P de profielafhankelijke correctieterm.

Als de schermwerking ΔL_{SWN} op grond van formule 2.18 negatief wordt, wordt de waarde $\Delta L_{SW} = 0$ aangehouden.

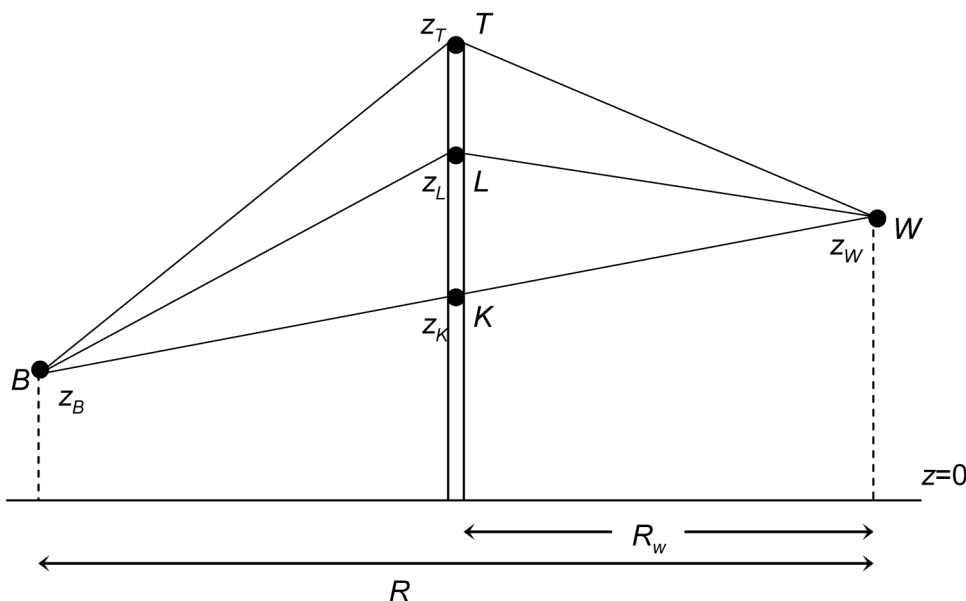
Definities

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 waarneembied [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. Indien 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 verbindinglijn [m].
 R_w : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm [m].
 R : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneem- en bronpunt [m].
 $\rightarrow$: 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 geluidsstraal 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 geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt
 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:

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

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 .
 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 2.6 (§ 2.8) worden als volgt berekend:

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

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

waarin h_e de effectieve schermhoogte is, gedefinieerd als:

$$h_e = z_T - z_L \quad 2.21$$

Berekening schermwerking van ideaal scherm

De schermwerking van een ideaal scherm is gelijk aan $H F(N_f)$.

H wordt als volgt bepaald:

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

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:

$$N_f = 0,37\epsilon 2^{i-1} \quad 2.23$$

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

$$\begin{aligned} \epsilon &= R_T - R_L & \text{voor } z_T \geq z_K \\ \epsilon &= 2R_o - R_T - R_L & \text{voor } z_T < z_K \end{aligned} \quad 2.24$$

De definitie van de functie F is gegeven in de formules 2.25a t/m f uit Tabel 2.7.

Tabel 2.7 De definitie van de functie F met als variabele N_f voor zes intervallen van N_f (formules 2.25a t/m f).

Geldig in het interval van N_f		Definitie $F(N_f)$
van	tot	
$-\infty$	$-0,314$	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
$+0,0016$	$+1$	$12,909 + 7,495 \lg N_f + 2,612 \lg^2 N_f + 0,073 \lg^3 N_f - 0,184 \lg^4 N_f -$
$+1$	$+16,1845$	$0,032 \lg^5 N_f$
$16,1845$	$+\infty$	$12,909 + 10 \lg N_f$
		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 2.8.

Tabel 2.8 De profielafhankelijke correctieterm C_p . T is de tophoek (in graden) van de dwarsdoorsnede van het object.

C_p	object
0 dB	– alle gebouwen – dunne wanden waarvan de hoek met verticaal $\leq 20^\circ$ – grondlichamen met $0^\circ \leq T \leq 70^\circ$ – 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 $70^\circ < T \leq 165^\circ$

In de gevallen waarin het profiel van het afschermend object niet overeenkomt met een van de in Tabel 2.8 genoemde profielen wordt een nader onderzoek naar de schermwerking van dat object verricht.

Indien de isolatiewaarde 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.

2.11 De niveaureductie ΔL_R ten gevolge van absorptie bij reflecties

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

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

De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_R = N_{refl} \cdot \delta_{refl} \quad 2.26$$

waarin δ_{refl} de niveaureductie ten gevolge van één reflectie is. Voor gebouwen en reflecterende geluidsschermen geldt voor alle octaafbanden $\delta_{refl} = 1$ dB. Voor alle andere objecten geldt $\delta_{refl} = 0$ 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 geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object is in de betreffende octaafband.

2.12 Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau

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

$$L_{eq,i} = 10 \lg \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=l_v}^{z_v} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \quad 2.27$$

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

3. Standaardmeetmethode

3.1 De meetmethode voor de bepaling van het L_{Aeq}

Bij de bepaling van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} ten behoeve van de vaststelling van de

geluidsbelasting van de gevel, wordt uitgegaan van de volgende formule:

$$L_{Aeq} = L'_{Aeq} + \Delta E - C_m \quad 3.1$$

waarbij:

L'_{Aeq} : het met inachtneming van het gestelde in de volgende paragrafen gemeten equivalente geluidsniveau [dB(A)]

ΔE : het verschil in de geluidsemissie tussen de maatgevende verkeerssituatie en de tijdens de meting optredende verkeerssituatie. Deze term wordt als volgt bepaald:

$$\Delta E = E_{maatg} - E_{meting} \quad 3.2$$

met:

E_{maatg} : het emissiegetal berekend volgens paragraaf 1.5 van hoofdstuk 1 uitgaande van de maatgevende verkeersintensiteiten en -snelheden;

E_{meting} : het emissiegetal berekend volgens paragraaf 1.5 van hoofdstuk 1 uitgaande van de verkeersintensiteiten en -snelheden optredende tijdens de meetperiode;

C_M : de meteocorrectieterm bepaald met de volgende formule:

$$C_M = 3,5 - 35 \frac{h_b + h_w}{R} \quad \text{voor } R > 10(h_b + h_w) \quad 3.3$$
$$C_M = 0 \quad \text{voor } R \leq 10(h_b + h_w)$$

met:

h_b : de bronhoogte [m], zijnde de gemiddelde hoogte van het wegdek boven maaiveld vermeerderd met 0,75 m; als de aldus gevonden bronhoogte h_b kleiner is dan nul, dan geldt $h_b = 0$ m;

h_w : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het maaiveld [m];

R : de kortste, horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en het midden van de meest nabij gelegen rijstrook [m].

3.2 Apparatuur

Voor een meting van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} wordt beschikt over:

- een rondomgevoelige microfoon voorzien van windbol;
- een instrument waarmee de A-weging kan worden uitgevoerd (A-filter);
- een instrument dat een directe uitlezing geeft van het geluidsniveau in dB(A);
- een instrument dat het microfoonsignaal verwerkt tot een equivalent geluidsniveau in dB(A) over een instelbare meetperiode;
- een akoestische ijkbron aangepast aan het gebruikte type microfoon;
- een windrichtingmeter;
- een windsnelheidsmeter;
- een apparaat waarmee de snelheid van de passerende voertuigen kan worden geregistreerd.

Combinaties van de onder a t/m e genoemde elementen kunnen tot één apparaat zijn samengevoegd.

De aan genoemde apparatuur gestelde eisen zijn:

- a t/m d. de relevante eigenschappen voldoen ten minste aan de eisen voor het instrument class 1, bedoeld in publicatie nummer 61672-1 van de International Electrotechnical Commission;
- e. een akoestische ijkbron wordt iedere twee jaar geijkt in een daartoe uitgerust laboratorium;
- g. de windsnelheidsmeter heeft, inclusief aanspreekgevoeligheid, ten minste een nauwkeurigheid van 0,5 m/s in het bereik 0–3 m/s en een nauwkeurigheid van 1 m/s bij hogere windsnelheden;
- h. de voertuigsnelheidsmeter heeft maximaal een nauwkeurigheid van 3% van de te meten voertuigsnelheid.

3.3 Meteorologische randvoorwaarden

Niet gemeten mag worden:

- bij dichte mist (zicht < 200 m);

- b. tijdens neerslag;
- c. bij harde wind (waarbij het windgeruis minder dan 10 dB(A) onder het te meten geluidsniveau ligt);
- d. als de akoestische eigenschappen van de weg en de bodem tussen weg en waarneempunt ten gevolge van bepaalde weersomstandigheden afwijken van de normale situatie.
- e. als de weersomstandigheden niet voldoen aan het meteoraam als gegeven in Tabel 3.1. Slechts voor relatief kleine afstanden ($R < 10(h_b + h_w)$) is het meteoraam niet van toepassing, tenzij er sprake is van afscherming.

Onder afscherming wordt hier verstaan de situatie waarbij het zicht op de weg vanuit het waarneempunt voor meer dan 30° wordt belemmerd. Hierbij wordt alleen gelet op objecten die zich binnen de openingshoek van de in het meteoraam toegestane windrichtingen bevinden.

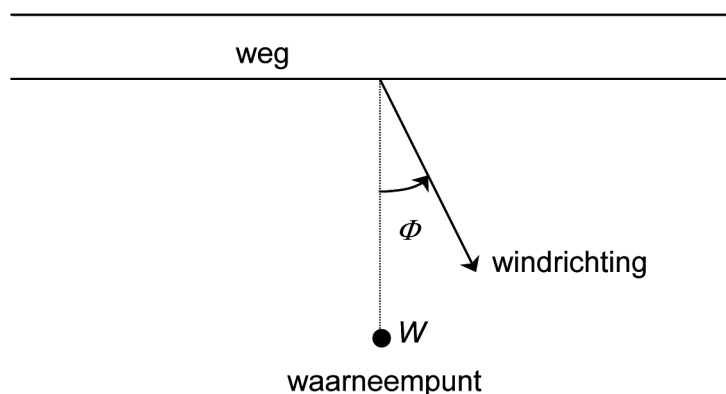
Tabel 3.1 Het meteoraam waarin:

meteorologische dag = de periode tussen 1 uur na zonsopgang en 1 uur vóór zonsondergang;
meteorologische nacht = de periode tussen 1 uur vóór zonsondergang en 1 uur na zonsopgang.

	meteoraam	
	toegestane windsnelheden	toegestane windrichtingen
meteorologische dag	oktober t/m mei $v > 1$ m/s	
	juni t/m september $v > 2$ m/s	$-80^\circ < \Phi < 80^\circ$
meteorologische nacht	$v > 1$ m/s	

v = de gemiddelde windsnelheid tijdens de geluidsmeting, op 10 m hoogte in het open veld nabij de meetlocatie; de nauwkeurigheid waarmee v bepaald moet worden is 1 m/s voor $v > 2$ m/s en 0,5 m/s voor kleinere v ,

Φ = de gemiddelde hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindinglijn tussen het waarneempunt en de weg.



Figuur 3.1 Definitie van Φ .

3.4 De meetplaats

Als de meting van L'_{Aeq} dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een (nog) niet bestaand gebouw, wordt de microfoon geplaatst in het geplande gevelvlak.

Als de meting van L'_{Aeq} dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een bestaand gebouw, wordt de microfoon 2 meter voor die gevel geplaatst. In dit geval wordt het gemeten equivalente geluidsniveau verminderd met 3 dB.

De directe omgeving van de microfoon en het gebied tussen de weg en de microfoon moet in normale toestand zijn. Er bevinden zich geen niet-permanente objecten, die van invloed zijn op het meetresultaat.

Het rijgedrag en de verdeling van de onderscheiden motorvoertuigcategorieën over de verschillende rijstroken is normaal voor het beschouwde wegedeelte.

De microfoon wordt met een zodanige constructie bevestigd dat tijdens de meting geen bewegingen mogelijk zijn. De constructie oefent geen invloed uit op het meetresultaat.

De microfoon is met zijn gevoeligste richting omhoog georiënteerd.

3.5 De meetprocedure

Tijdens de meetperiode wordt het verkeer op het betreffende weg geteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de volgende voertuigcategorieën: lichte, middelzware en zware motorvoertuigen. De meetperiode is zo lang dat ten minste 100 motorvoertuigen zijn gepasseerd, waarbij de verdeling van deze voertuigen over de voertuigcategorieën representatief is voor de verdeling in de maatgevende periode. De meetperiode is niet korter dan 10 minuten.

Andere geluiden dan van het wegverkeer op de betreffende weggedeelte beïnvloeden het meetresultaat niet zodanig dat een afwijking van 0,5 dB of meer optreedt.

De meetapparatuur wordt voor en na de meting geïjkt met de ijkbron. Het verschil tussen beide ijkmetingen mag niet groter dan 1 dB zijn.

Het aantal metingen dat in een gegeven situatie noodzakelijk is, wordt gegeven in Tabel 3.2. Wanneer volgens Tabel 3.2 meer dan één meting is voorgeschreven, moet elke meting op een andere dag worden uitgevoerd. Het eindresultaat in geval van meerdere metingen wordt gegeven door:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{Aeq,i}/10} \right) \quad 3.4$$

waarin $L_{Aeq,i}$ het volgens formule 3.1 voor meting i berekende equivalente geluidsniveau is. N is het aantal metingen dat in de betreffende situatie is vereist.

Tabel 3.2 Het minimum aantal metingen afhankelijk van afstand en aanwezigheid van afscherming

afstand		minimum aantal metingen N	
		zonder afscherming	met afscherming
	$R \leq 10 (h_b + h_w)$	1	1
$10 (h_b + h_w) <$	$R \leq 20 (h_b + h_w)$	1	2
$20 (h_b + h_w) <$	R	2	3

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 werken²) 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 geluidsniveaus gemeten van afzonderlijke voertuigpassages. Het meetpunt ligt op 7,5 meter uit het hart van de rijstrook waarop de te meten voertuigen passeren. Naast het geluidsniveau wordt ook de voertuigsnelheid gemeten.

4.1.2

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de drie voertuigcategorieën die in artikel 3.2 van de regeling zijn gedefinieerd: lichte motorvoertuigen, middelzware en zware motorvoertuigen. Voor het bepalen van de wegdekcorrectie zijn alleen de gemeten geluidsniveaus 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 meter. Wanneer van het betreffende wegdek oudere meetresultaten op 5,0 meter hoogte beschikbaar zijn, die in aanvulling met nieuwe metingen worden gebruikt voor het bepalen van de wegdekcorrectie, worden de nieuwe metingen uitgevoerd op zowel 3,0 als 5,0 meter hoogte.
- 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 honderd lichte en vijftig zware

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

motorvoertuigen beschikbaar moeten zijn. Maar 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 zijn de achterliggende meetgegevens niet ouder dan 10 jaar.

4.1.5

De luchttemperatuur op 1,2 meter 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 als volgt bepaald uit de luchttemperatuur T_{lucht} (in graden Celcius op 1,2 meter hoogte boven het wegdek):

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

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

4.2 Bepalen van het gemiddelde geluidsniveau 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 ($m = 3$).

4.2.2

De SPB-meting voor lichte dan wel zware motorvoertuigen is niet bruikbaar voor het vaststellen van de wegdekcorrectie indien 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

$$0,3 \cdot \sqrt{(99/N_1 - 1)} \quad \text{voor lichte motorvoertuigen} \quad 4.3$$

en

$$0,8 \cdot \sqrt{(49/N_3 - 1)} \quad \text{voor zware motorvoertuigen.} \quad 4.4$$

Hierin is N_1 het aantal gemeten lichte motorvoertuigen en N_3 het aantal gemeten zware motorvoertuigen op de betreffende 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/h (in stappen van 10 km/h, voor zware motorvoertuigen t/m 100 km/h), 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:

$$0,3 \cdot \sqrt{(99/N_1 - 1)} \quad \text{voor lichte motorvoertuigen} \quad 4.5$$

of

$$0,8 \cdot \sqrt{(49/N_3 - 1)} \quad \text{voor zware motorvoertuigen.} \quad 4.6$$

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 overeenkomstig paragraaf 4.2, zijn er bij elke discrete waarde van de snelheid v_m (in stappen van 10 km/h) per voertuigcategorie m ten minste vijf gemiddelde waarden van op verschillende locaties k ($k = 1, 2, \dots$) 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 betreffende voertuigcategorie buiten beschouwing gelaten. Indien 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/h) een gewogen gemiddelde $L_{gem,m}(v_m)$ berekend op basis van de grootte van het 95%-betrouwbaarheids-interval, volgens:

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

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:

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

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

De referentiesnelheid $v_{0,m}$ is gelijk aan 80 km/h voor lichte motorvoertuigen ($m = 1$) en 70 km/h 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 ΔL_m en τ_m bepaald volgens:

$$\Delta L_m = a_m - a_{ref,m} \quad 4.9$$

$$\tau_m = b_m - b_{ref,m} \quad 4.10$$

met:

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

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

$a_{\text{ref},1} = 75,9$ en $b_{\text{ref},1} = 30,4$ voor lichte motorvoertuigen ($m = 1$) bij metingen op 5,0 m hoogte,

$a_{\text{ref},3} = 83,2$ en $b_{\text{ref},3} = 25,1$ voor zware motorvoertuigen ($m = 3$) bij metingen op 5,0 m hoogte.

4.3.6

Per meetlocatie en per voertuigcategorie wordt het (lineair of rekenkundig) gemiddelde frequentiespectrum in acht octaafbanden (met middenfrequenties van 63 t/m 8000 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 $a_{\text{nref},i,m}$ 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 ($i = 1, 2 \dots 8$, voor de octaafbanden van 63 Hz t/m 8000 Hz).

Tabel 4.1 Octaafbandwaarden $a_{\text{nref},i,m}$ van de genormeerde frequentiespectra van het geluidniveau in het meetpunt op 3 m hoogte en op 5 m hoogte bij het referentiewegdek

Meet-hoogte	Voertuigcategorie	Middenfrequentie octaafband [Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
3 m	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
5 m	Lichte motorvoertuigen ($m = 1$)	-33,0	-27,6	-20,5	-11,3	-2,6	-4,9	-14,3	-25,1
	Zware motorvoertuigen ($m = 3$)	-32,1	-25,6	-17,2	-6,1	-2,8	-7,5	-16,0	-25,4

4.3.8

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

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

De initiële wegdekcorrectie is alleen geldig voor die snelheden waarbij $\Delta 95\%ci_{\text{gem},m}(v_m)$, 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

Wanneer de initiële wegdekcorrectie van een specifiek product wordt bepaald volgens de voorafgaande paragrafen 4.1 t/m 4.3 en dit product hoort tot één van de standaard wegdektypen, is het niet noodzakelijk om de verouderingscorrectie C_{tijd} te bepalen volgens de hieronder beschreven methode. In dat geval kunnen de waarden van $C_{\text{tijd},i,m}$ worden overgenomen van het standaard wegdektype waartoe het wegdek behoort.

4.4.2

De verouderingscorrectie $C_{\text{tijd},i,m}$ 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 ($SPB_{\text{nieuw},i,m}$) en het gemiddelde resultaat van SPB-metingen op locaties waar hetzelfde

wegdektype of product langer in gebruik is dan 75% van de verwachte levensduur ($SPB_{>75\%levensduur,i,m}$):

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

waarin

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

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. Voor het vaststellen van de verouderingscorrectie wordt een vaste waarde van de snelheid $v_{x,m}$ aangenomen in het snelheidsbereik dat van toepassing is voor situaties waar het betreffende wegdek voor is bedoeld.

Voor wegdekken in stedelijke situaties geldt $v_{x,m} = 50$ km/h en voor wegdekken bedoeld voor auto- en autosnelwegen wordt $v_{x,m}$ gelijk gesteld aan 80 of 110 km/h.

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. Bij metingen op de locaties met oudere wegdekken wordt ervoor gezorgd dat het snelheidsbereik van passerende motorvoertuigen zoveel mogelijk overeenkomt met het snelheidsbereik van de metingen op de nieuwe wegdekken. Na temperatuurcorrectie volgens 4.1.5 worden per meetlocatie en per voertuigcategorie de regressielijnen bepaald volgens 4.2.1 en wordt de toets 4.2.2 uitgevoerd bij snelheid $v_{x,m}$ (in plaats van bij de gemiddelde snelheid). 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:

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

Sommatie van $L_{gem,m}(v_{x,m})$ 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 de (ten minste) vijf locaties met nieuwe wegdekken en op (ten minste) vijf locaties met wegdekken die minimaal 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 de toets volgens 4.2.2 uitgevoerd 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 deze locaties wordt $SPB_{>4jaar,m}$ bepaald door de (ten minste vijf) waarden van de regressielijnen bij snelheid $v_{x,m}$ rekenkundig te middelen. Het verloop tussen $SPB_{nieuw,m}$ en $SPB_{>4jaar,m}$ wordt geëxtrapolleerd 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 betreffende wegdek:

$$SPB_{>75\%levensduur,m} = SPB_{nieuw,m} + (SPB_{>4jaar,m} - SPB_{nieuw,m}) \cdot (T_{80\%}/T_{ggd}) \quad 4.14$$

De waarden $SPB_{>75\%levensduur,i,m}$ worden voor iedere octaafband i gelijk gesteld aan $SPB_{>75\%levensduur,m}$ en gebruikt in formule 4.12 om de verouderingscorrectie $C_{tijd,i,m}$ te bepalen.

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:

$$C_{wegdek,i,m}(v_m) = \sigma_{i,m} + \tau_m \lg(v_m/v_{0,m}) \quad 4.15$$

met

$$\sigma_{i,m} = \Delta L_{i,m} + C_{tijd,i,m} \quad 4.16$$

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

4.5.2

Standaardrekenmethode 1 maakt gebruik van een wegdekcorrectie in dB(A), waarvoor geldt:

$$C_{wegdek,m} = \sigma_m + \tau_m \lg(v_m/v_{0,m}) \quad 4.17$$

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 4.2:

$$\sigma_m = 10 \lg (\sum 10 \sigma_{i,m} + L_{weg,i,m})/10 \quad 4.18$$

Tabel 4.2 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	1000	2000	4000	8000
$L_{weg,i,1}$ (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

4.5.3

Voor middelzware voertuigen ($m = 2$) wordt de wegdekcorrectie gelijk gesteld aan de wegdekcorrectie voor zware voertuigen.

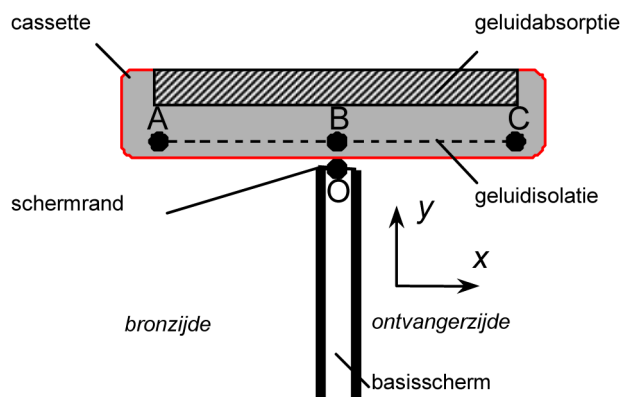
5. Rekenregel schermtop

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 meter. Punt A ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B met een tolerantie van $\pm 0,1$ meter;
- bij de aansluiting van de T-top op het verticale scherm bij het punt O zijn spleten tot maximaal 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 meter. Punt C ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B $\pm 0,1$ meter.



Figuur 5.1 Schematische weergave van de T-top.

Daarnaast gelden de volgende eisen aan geluidsisolatie en -absorptie:

- Geluidsisolatie van de T-top: Tussen punten A en B en tussen punten B en C is geluidsisolerend materiaal aanwezig, waarvan de geluidsisolatie (DL_R) minimaal 20 dB(A) is, bepaald volgens NEN-EN 1793-2 voor het standaard-wegverkeersgeluidsspectrum. Voor gesloten (niet poreuze)

- panelen is hieraan voldaan als het oppervlaktegewicht op de lichtste plaats ten minste 15 kg/m^2 is.
- Geluidsabsorptie van de T-top: Het geluidsabsorberend materiaal is over de gehele breedte tussen punten A en C aanwezig boven de geluidsisolerende panelen. Het geluidsabsorberende materiaal bevindt zich niet onder de denkbeeldige lijn tussen punten A en C. De initiële geluidsabsorptie 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 wegverkeerslawaaï.

5.2 Rekenregel

De waarde van de correctieterm C_T is onafhankelijk van de frequentie en wordt voor iedere bronpunt – waarneempunt relatie 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 door formule 5.1.

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

met:

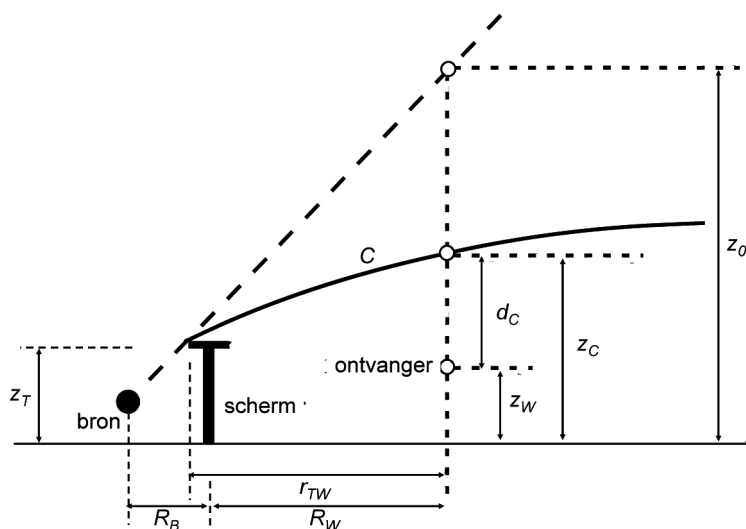
$z_C(r_{TW})$: de hoogte van de kromme C van de bron ter plaatse van het waarneempunt;

$z_0(r_{TW})$: de hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt;

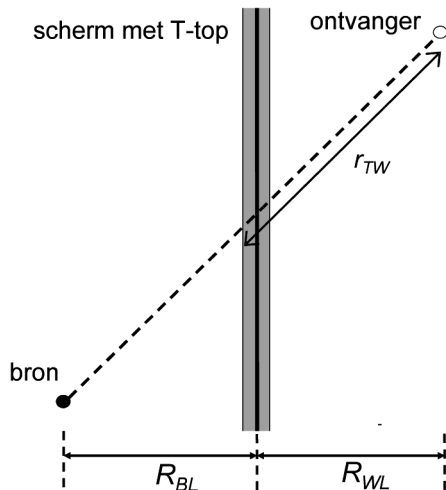
r_{TW} : de horizontale afstand tussen de rand van de schermtop (aan de bronzijde) en de ontvanger;

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:

$$d_C = z_W - z_C \quad 5.2$$

Daarbij is:

z_W : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil (horizontaal vlak waarin $z=0$) [m];

z_C : de hoogte van de kromme C ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt [m].

De term d_C is negatief als het waarneempunt lager is dan de kromme C .

- In de tweede stap wordt de waarde van C_T bepaald volgens de in Figuur 5.4 weergegeven procedure.

Naast de reeds vermelde parameters d_C en r_{TW} , zijn de volgende gegevens nodig:

R_B : de horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidsscherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];

R_W : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];

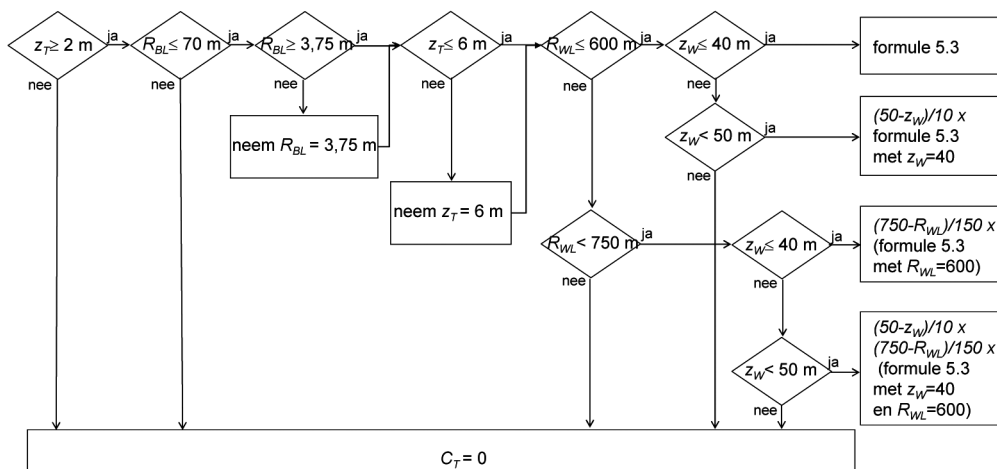
R_{BL} : de afstand tussen bron en geluidsscherm gemeten langs de kortste verbindinglijn [m];

R_{WL} : de afstand tussen geluidsscherm en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindinglijn [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 volgende formule:

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

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

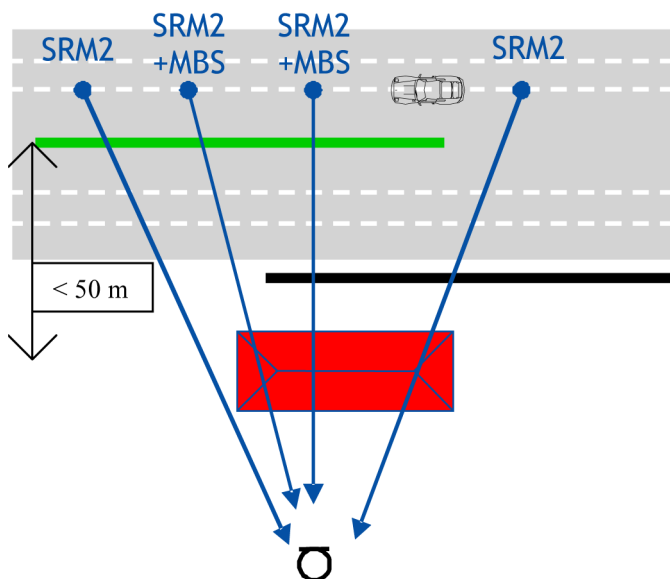
6. Rekenregel middenbermscherm

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 middenbermschermcorrectie, C_{mbs} , is van toepassing op die afschermende objecten die bestaan uit dunne wanden en waarvoor geldt dat in het betreffende 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 meter 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 conform de rekenregel middenbermscherm.

Indien het tweede afschermende object een gebouw is, dan bevindt dat gebouw zich eveneens op een afstand van het middenbermscherm van ten hoogste 50 meter. 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 meter onder het maaiveld ligt. Nader onderzoek naar toepassingsmogelijkheden voor tunnelbakken wordt nog uitgevoerd.

6.2 Rekenregel

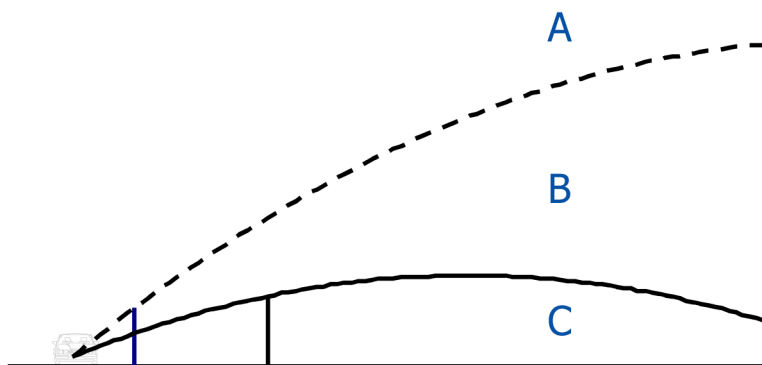
De correctieterm voor een middenbermscherm, C_{mbs} , wordt bepaald in twee stappen:

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 afschermdende object gebogen conform de straal met een kromming als aangegeven in paragraaf 2.10 en de gebogen lijn over het verst afgelegene afschermdende 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 indien:

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

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

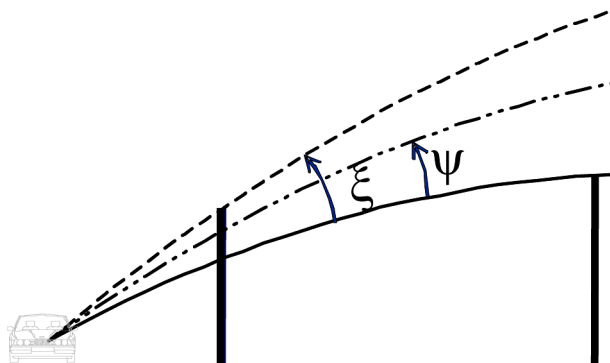
$$z_w > z_b + \frac{R}{R_{zs}} \left[z_{zs} - \frac{R_{zs}(R - R_{zs})}{26 R} - z_b \right] \quad 6.2$$

waarin:

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 dient 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 te 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 diffractie punt van beide afschermdende objecten;

ψ : de hoek tussen de raaklijnen in het bronpunt aan de gekromde lijnen van de bron over het maatgevende diffractie punt van het zijbermscherm en de gekromde lijn tussen het bronpunt en het waarneempunt.

De hoeken ξ en ψ worden op de volgende wijze berekend:

$$\xi = \xi_{mbs} - \xi_{zs} \quad 6.3$$

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

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

$$\varphi = \arctan \left(\frac{Z_w - Z_b}{R} + \frac{1}{26} \right) \frac{180}{\pi} - \xi_{zs} \quad 6.6$$

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:

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

waarin:

H de effectiviteit van het scherm is,

$F(N_f)$ een functie met argument N_f (het fresnelgetal);

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:

$$\text{als } \xi \leq 0: C_{mbs(C)} = 5 + \frac{5\xi}{6} \quad \text{met } C_{mbs(C)} \geq 0 \quad 6.8$$

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

waarin 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 onderstaande formules:

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

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

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

waarin i de octaafbandindex is.

De correctie in gebied B wordt uitsluitend toegepast indien 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. Toelichting

7.1 Begrippen

In de definitie van maatgevende verkeersintensiteit worden de termen 'het voor de geluidsbelasting bepalende jaar' en 'een representatief tijdvak' gebruikt. Het akoestisch onderzoek richt zich, voor wegen die niet op de geluidplafondkaart staan, op het maatgevende (dat wil zeggen het voor de geluidsbelasting 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 equivalent geluidsniveau bepaald. Indien de ene dag ten aanzien van verkeersintensiteiten en verkeerssamenstelling niet significant verschilt van een andere dag, behoeft 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 geluidsbelasting bepalende jaar optredende variabele intensiteiten worden rekenkundig gemiddeld tot een representatieve verkeersintensiteit: de maatgevende verkeersintensiteit.

In de gevallen waarin zich geen bijzondere omstandigheden voordoen kan als het maatgevende jaar worden aangehouden het tiende jaar na openstelling of reconstructie van de weg of, in bestaande situaties, het tiende jaar na het akoestisch onderzoek. Dit geldt uiteraard niet bij de bepaling van de 'heersende waarde' als bedoeld in de reconstructiebepalingen (artikel 100, tweede lid, onder a, van de wet). In dat geval wordt uitgegaan van de (jaargemiddelde) verkeersintensiteiten op het tijdstip waarop een aanvang wordt gemaakt met de reconstructie.

Voor wegen die op de geluidplafondkaart staan, is het akoestisch onderzoek niet gericht op het maatgevende jaar, maar op het geldende geluidproductieplafond. Dat is geregeld in artikel 3.9. Alle

benodigde gegevens voor het opnemen van de bron in het akoestisch onderzoek zijn te vinden in het openbare geluidregister.

In de definitie van verkeerssnelheid is het begrip 'representatief te achten snelheid' opgenomen. Als de representatief te achten verkeerssnelheid kan in principe de maximale wettelijke snelheid worden aangehouden. Echter indien wordt aangetoond dat deze wettelijke snelheid niet overeen komt met de gemiddelde snelheid op het wegvak, dan kan hiervan gemotiveerd worden afgeweken.

In het tweede lid zijn categorieën motorvoertuigen onderscheiden. Gebleken is dat motorrijwielen slechts een zodanig gering deel uitmaken van de totale verkeersstroom, dat ze doorgaans ook geen significante invloed hebben op het equivalente geluidsniveau. 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.

In gevallen waar voertuigtypen als bromfietsen en trams een relevante bijdrage leveren aan het equivalent geluidsniveau, kan nader onderzoek nodig zijn. In de toelichting bij de bijlagen is daarvoor een handreiking gedaan. In dergelijke gevallen is een beschrijving en verantwoording van de gekozen methode nodig.

De in dit artikel 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 één op één worden 'terugvertaald' naar de categorie-indeling van dit artikel. De verschillen in het equivalent geluidsniveau die hierdoor zullen optreden, zijn meestal gering, zodat het gebruik van de geautomatiseerde telcijfers geen bezwaar hoeft te ontmoeten. Er moet echter wel een verantwoording worden gegeven waaruit blijkt dat het verschil bij de gebruikte telmethode op het betreffende 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, zonodig uitgesplitst naar de verschillende verkeerssamenstellingen die kunnen voorkomen op de wegen waarop de automatische telling wordt uitgevoerd.

7.2 Standaardrekenmethode 1

7.2.1 Emissiegetal

De emissiegetallen voor lichte motorvoertuigen zijn aangepast ten opzichte van de emissiegetallen in het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006. De actualisatie is gebeurd op basis van emissiemetingen in 2009 en 2010.

Ten aanzien van de verkeerssnelheden wordt opgemerkt dat de betrekkingen $1.4 \leq v_{lv} \leq 1.6$ zijn gebaseerd op gemiddelde snelheden die liggen in de volgende intervallen: $30 \leq v_{lv} \leq 160$ km/h, $30 \leq v_{mv} \leq 110$ km/h, $30 \leq v_{zv} \leq 110$ km/h.

7.2.2 Optrekcorrectie

De optrekcorrectie C_{optrek} brengt het effect in rekening van afremmend en optrekkend verkeer nabij kruisingen van wegen en het effect van snelheidsbeperkende obstakels zoals minirotondes, verkeersdrempels, etc.

De obstakelcorrectie is (vanwege de gewenste eenvoudigheid) in standaardrekenmethode 1 weergegeven met één formule waarin het verschillend gedrag van de voertuigcategorieën verwerkt is. De resultaten die worden bepaald op basis van deze formule benaderen de correcties zoals die beschreven zijn voor de standaardrekenmethode 2. De correctie wordt per rijlijn bepaald.

De met de gegeven formules te berekenen toeslagen, geven de toeslag op het geluidsniveau weer ten opzichte van een situatie waar het verkeer met een constante snelheid van 50 km/h rijdt.

Als nabij een kruising het L_{Aeq} vanwege het totale verkeer op de kruisende wegen moet worden bepaald, wordt eerst het L_{Aeq} voor elke weg afzonderlijk berekend. In de gevallen waarin daarbij vanuit het waarneempunt door bebouwing een beperkt zicht op de zijweg bestaat, heeft de rekenmethode niet meer dan een indicatieve waarde, doordat het L_{Aeq} vanwege de zijweg wordt overschat.

7.3 Standaardrekenmethode 2

7.3.1 Algemeen

Het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode 2 is ruimer dan die van de standaardrekenmethode 1 en de standaardmeetmethode als gegeven in resp. de hoofdstukken 1 en 3.

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.

7.3.2 De hoofdfomule

De gegeven formules 2.1 en 2.2 zijn afgeleid uit de definitie van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} die volgens NEN-ISO 1996-1:2003 luidt:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad 7.5$$

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_0 de referentiegeluidsdruk van 20 μ Pa is.

De totale openingshoek van het waarneempunt kan twee waarden hebben, te weten:

- 180° indien L_{Aeq} dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel, of
- 360° indien het L_{Aeq} dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting op een terrein behorende bij een geluidsgevoelig object als bedoeld in artikel 1.2 van het Besluit geluidhinder.

7.3.3 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 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 de geluidsbelasting van de gevel moet worden vastgesteld), is bovenstaande uiteraard niet van toepassing op het waarneempunt.

In feite wordt het oppervlak van een object per sector benaderd door een plat vlak. Als deze benadering geen goede beschrijving van de werkelijke situatie is, kan in veel gevallen het verdelen van het oppervlak over meerdere sectoren met een kleinere openingshoek de oplossing zijn. Is dit niet het geval dan is nader onderzoek vereist, bijvoorbeeld in de vorm van praktijk- of schaalmodelmetingen.

7.3.4 Emissieterm L_E

De emissiegetallen voor lichte motorvoertuigen zijn aangepast ten opzichte van de emissiegetallen in het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006. De actualisatie is gebeurd 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/h en naar boven tot 110 km/h in geval van de middelzware en zware motorvoertuigen en tot 160 km/h in geval van lichte motorvoertuigen.

7.3.5 De optrektoeslag ΔL_{OP}

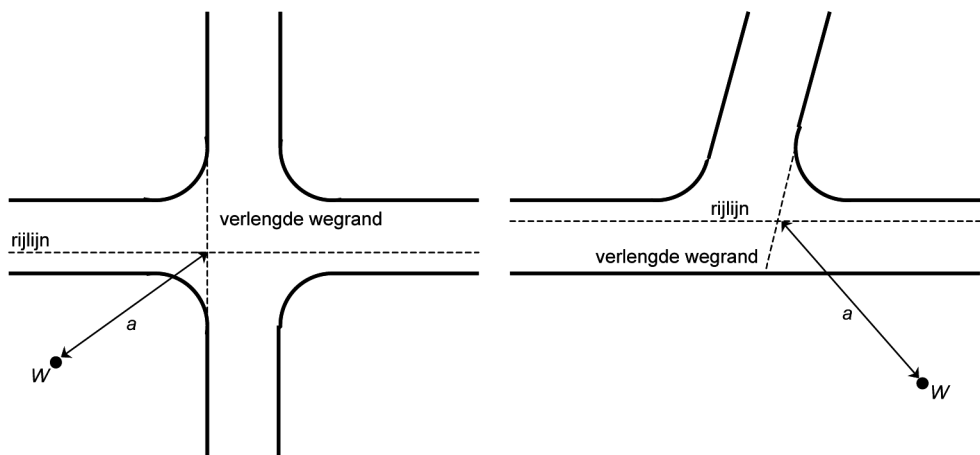
Dat in de omgeving van kruispunten en andere punten waar sprake is van afremmen en optrekken een andere geluidsbelasting wordt gevonden dan bij vrij doorstromend verkeer, is voornamelijk een gevolg van een toenemende geluidsemissie bij het accelereren van de individuele voertuigen. Op grond hiervan zou dus eigenlijk sectorgewijs een optrektoeslag bij de emissieterm 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 optrekcorrectie is afhankelijk van de voertuigcategorie. De optrekcorrectie 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, etc.

De met de gegeven formules te berekenen toeslagen, geven de toeslag op het geluidsniveau weer ten opzichte van een situatie waar het verkeer met een constante snelheid van 50 km/h rijdt.

7.3.6 De kruispunttoeslag $\Delta L_{\text{kruispunt}}$

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 slechts 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.

7.3.7 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 is de methode aangepast ten opzichte van het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006. Er is gekozen voor een oplossingsrichting onafhankelijk van de ligging van hard/zacht overgangen of de begrenzing van bodemvlakken. Er is een vaste strook hard bodemgebied onder de rijlijn gedefinieerd, waardoor het eerste deel van de geluidsoverdracht 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 $X/\sin(\theta)$.

De gekozen aanpak (met een vaste afstand van 5 meter 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 absorptiefraction niet. Het vlak onder het bronpunt (dat gemodelleerd is op basis van de werkelijke grenzen van het wegdek) heeft een absorptiefraction van 0.

7.3.8 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 2.8 bepaald dat de laatste term 0 is als gebruikt gemaakt wordt 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 gewerkt wordt met een spiegelbron.

Van Tabel 2.8 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 geluidsscherm, ontstaat door reflectie en interferentie in de ingesloten ruimte een zeer complex geluidsveld, waardoor de met het afschermingsmodel berekende geluidsniveaus met name 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.

7.3.9 Absorptie van objecten

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

7.4 Standaardmeetmethode

Een meting van het equivalente geluidsniveau van wegverkeer kan slechts zelden plaatsvinden bij de maatgevende verkeersintensiteiten. Een geluidsmeting dient daarom altijd samen te gaan met een telling van het verkeer, dat behoort tot de in artikel 1.1, tweede lid, van deze bijlage genoemde voertuigcategorieën. Indien naast deze categorieën het in rekening brengen van bromfietsen, motorfietsen of trams noodzakelijk wordt geacht, worden deze categorieën ook geteld. Met behulp van de term ΔE wordt dan het gemeten equivalente geluidsniveau genormeerd naar het equivalente geluidsniveau bij de maatgevende verkeersintensiteiten.

Aangezien het meettechnisch gezien beter is om te meten bij meewindcondities, is een meteocorrectie (de term C_m) nodig om tot het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} voor meteorologisch gemiddelde omstandigheden te komen.

Het genoemde minimum aantal voertuigen dat tijdens een meting moet passeren, is vereist om te kunnen spreken van een statistisch verantwoorde steekproef uit de betreffende voertuigcategorie. Bij dit minimum aantal voertuigen moet bedacht worden dat de verdeling over de verschillende voertuigcategorieën zodanig is, dat de normering met de term ΔE statistisch voldoende betrouwbaar is. Dit betekent in het algemeen dat het minimum aantal gemeten (middel)zware motorvoertuigen ten minste gelijk moet zijn aan 100 x de fractie van de (middel)zware motorvoertuigen in de maatgevende periode.

Bij de meteorologische randvoorwaarden is geen waarde aangegeven voor de maximale windsnelheid, maar is bepaald dat het windgeruis minder dan 10 dB(A) onder het te meten geluidsniveau moet liggen. Hiermee wordt voldaan aan de algemene eis dat stoorgeluiden het meetresultaat niet zodanig mogen beïnvloeden dat een afwijking van 0,5 dB(A) of meer optreedt.

7.5 Methode bepaling wegdekcorrectie

De wegdekcorrectie is de in dB(A) of in dB(A) per octaafband uitgedrukte toename van de geluidsemissie ten opzichte van dicht asfaltbeton. In dit geactualiseerde voorschrift is de methode voor de bepaling van de wegdekcorrectie ingrijpend gewijzigd. De achtergrond daarvoor is het inzicht dat in het afgelopen decennium is opgedaan, dat de geluideigenschappen van de meeste wegdektypen gedurende de gebruikperiode zich significant anders ontwikkelen dan die van dicht asfaltbeton (de referentie). Met de introductie van een verouderingscorrectie (C_{tijd}) kunnen de effecten van wegdektypen op het equivalente geluidsniveau nauwkeurig bij de berekeningen meegenomen worden. De in dit voorschrift beschreven wegdekcorrectie kan gezien worden als de beste schatting van de gemiddelde geluideigenschappen van een wegdektype gedurende de gehele gebruikperiode. Daarnaast is in de methode het effect van recente emissiemetingen op de referentie verwerkt, waardoor zowel de emissie als de wegdekcorrectie gebaseerd is op de resultaten van dezelfde meetcampagne.

Deze benadering van het meenemen van de invloed van het wegdek impliceert dat evenals dit het geval is voor verkeersintensiteit, verkeerssamenstelling en verkeerssnelheid, ook de wegdekcorrectie door en onder verantwoordelijkheid van de wegbeheerder moet worden aangeleverd bij de voor het akoestisch onderzoek aangewezen instantie. De reden voor deze expliciete nadruk op de rol van de wegbeheerder is de volgende. De akoestische kwaliteit van een wegdek wordt geheel bepaald door het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud ervan. Voor deze civieltechnische aspecten draagt de beheerder geheel de verantwoordelijkheid zodat hij de aan het wegdek te relateren bijdrage in de geluidsemissie (de wegdekcorrectie) volledig kan beheersen. Ook de nog steeds voortgaande ontwikkelingen op het gebied van geluidsreducerende wegdekverhardingen dragen bij tot de gewijzigde benaderingswijze.

Hoofdstuk 4 beschrijft de methode om de wegdekcorrectie te bepalen. Concrete wegdekcorrectiefactoren zijn niet in dit voorschrift opgenomen. Gegevens over standaard wegdektypen, zoals ZOAB en tweelaags ZOAB, en de wegdekcorrectiefactoren van standaard wegdektypen en producten van producenten zijn te vinden op de website www.stillerverkeer.nl. Op deze website zijn ook de waarden van de verouderingscorrectie van de standaard wegdektypen beschikbaar.

7.6 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 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 eveneens 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 mede afhankelijk is van de van de hoek tussen de lijnen over beide schermen.

7.7 Lijst van definities

symbool	eenheid	omschrijving	paragraaf
α	–	geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object in de betreffende octaafband	2.11
α	dB(A)	emissiekental	2.4
β	dB(A)	emissiekental	2.4
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	1.5; 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 verbindinglijn tussen het waarneempunt en de weg	3.3
Θ	°	de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment	2.6
γ	–	functies die gebruikt worden om de bodemdemping te berekenen	2.8
a	m	de afstand van het waarneempunt tot het midden van het obstakel	1.6; 2.5
B	–	de bodemfactor	1.9
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_m	dB(A)	snelheidsindex per decade snelheidstoename	1.5; 2.4; 5.1
C_H	dB(A)	de hellingscorrectie	2.4
$C_{kruispunt}$	dB(A)	de correctie vanwege een kruispunt	1.6
C_M	dB(A)	de meteocorrectieterm	2.2; 2.9; 3.1
$C_{obstakel}$	dB(A)	de correctie vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt	1.6
C_{optrek}	dB(A)	correctieterm in verband met eventuele met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen, of in verband met obstakels in de weg die de gemiddelde snelheid sterk verlagen	1.4; 1.6
C_p	dB(A)	de profielafhankelijke correctieterm	2.10
$C_{reflectie}$	dB(A)	correctieterm in verband met eventuele reflecties tegen bebouwing of andere verticale vlakken	1.4; 1.7
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

symbool	eenheid	omschrijving	paragraaf
$C_{temp,zwaar}$	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
$D_{afstand}$	dB(A)	term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt	1.4; 1.8
D_{bodem}	dB(A)	term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt	1.4; 1.9
D_{lucht}	dB(A)	term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt	1.4; 1.9
DL_R	dB(A)	niveaureductie door geluidsisolatie	6.1
$DL\alpha$	dB(A)	niveaureductie door geluidsabsorptie	6.1
D_{meteo}	dB(A)	term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewindsituatie in rekening brengt	1.4
d	m	horizontale afstand tussen waarneempunt en rijlijn	1.1
d_C	m	verticale afstand tussen de kromme C en de ontvanger	6.2
d_r	m	horizontale afstand van reflectievlak tot de dichtst bij de waarneempunt gelegen rijlijn	1.7
d_w	m	horizontale afstand tot de meest nabij gelegen rijlijn	1.7
E		emissiegetal	1.4; 1.5
ΔE	dB(A)	verschil in de geluidsemissie tussen de maatgevende verkeerssituatie en de tijdens de meting optredende verkeerssituatie	3.1
E_{lv}	dB(A)	emissiegetal van lichte motorvoertuigen	1.5
E_{maatg}	dB(A)	het emissiegetal uitgaande van de maatgevende verkeersintensiteiten en -snelheden	3.1
E_{meting}	dB(A)	het emissiegetal uitgaande van de verkeersintensiteiten en -snelheden optredende tijdens de meetperiode	3.1
E_{mv}	dB(A)	emissiegetal van middelzware motorvoertuigen	1.5
E_{zv}	dB(A)	emissiegetal van zware motorvoertuigen	1.5
f_{obj}	–	objectfractie	1.7
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; 3.1; 3.3; 3.5
h_e	m	de effectieve schermhoogte	2.10
h_T	m	de hoogte van de top van de afscherming t.o.v. het plaatselijke maaiveld	2.10
h_w	m	de hoogte van het waarneempunten boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneembeid	1.1; 1.9; 2.8; 2.9; 2.10; 3.1; 3.3; 3.5
h_{weg}	m	hoogte van wegdek t.o.v. maaiveld	1.1; 1.9
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 geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt	2.10
lv	–	categorie lichte motorvoertuigen	art. 3.1
L_{Aeq}	dB(A)	het equivalente geluidsniveau	1.1; 1.4; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2
L'_{Aeq}	dB(A)	het gemeten equivalente geluidsniveau	3.1; 3.4
$L_{Aeq,i}$	dB(A)	L_{Aeq} vanwege de i -de rijlijn	1.4; 3.5
$L_{A,max}$	dB(A)	maximale A-gewogen geluidsniveau	5.4
ΔL_B	dB(A)	de bodemdemping	2.2; 2.8
L_E	dB(A)	de emissieterm	2.2; 2.4
$L_{eq,i}$	dB(A)	het A-gewogen equivalente geluidsniveau in octaafband i	2.12
$L_{eq,i,j,n,m}$	dB(A)	bijdrage aan het L_{Aeq} in 1 octaaf, van 1 sector, van 1 bronpunt en van 1 voertuigcategorie	2.2
ΔL_{GU}	dB(A)	de geometrische uitbreidingsterm	2.2; 2.6
$\Delta L_{kruispunt,m}$	dB(A)	de toeslag vanwege een kruispunt	2.5
ΔL_L	dB(A)	de luchtdemping	2.2; 2.7
$\Delta L_{obstakel,m}$	dB(A)	de toeslag vanwege 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 t.g.v. reflecties	2.2; 2.11
I_1 en I_2	–	begrenzingslijnen	1.1
m	–	voertuigcategorie	1.5; 2.2; 2.4
mv	–	categorie middelzware motorvoertuigen	art. 3.1
N	–	het aantal rijlijnen	1.4
N	–	het aantal metingen dat in een bepaalde situatie is vereist	3.5

symbool	eenheid	omschrijving	paragraaf
N	–	het aantal bronpunten	2.2
N_f	–	het fresnelgetal	2.10
N_{refl}	–	het aantal reflecties tussen bron- en waarneempunt	2.11
n	–	bronpunt	2.2; 2.12
n	–	aantal gemeten voertuigen	5.4
p	%	de som van het percentage mz en zv	1.6
p_h	%	het hellingspercentage van het betreffende wegvak	2.4
Q	h^1	de gemiddelde intensiteit van de betreffende voertuigcategorie	1.5; 2.4
q	–	het type kruispunt	2.5
R_o	m	de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindinglijn	2.6; 2.7; 2.10
R	m	de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt	2.8; 2.9; 2.10; 3.1; 3.3
R_B	m	de horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidsschermb	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 geluidsschermb gemeten langs de kortste verbindinglijn	6.2
R_{WL}	m	de afstand tussen geluidsschermb en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindinglijn	6.2
r	m	de kortste afstand tussen waarneempunt en de betreffende rijlijn	1.1; 1.8; 1.9
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 waarneembied	2.8; 2.10
T	°	de tophoek van het scherm	2.10
v	km/h	de gemiddelde snelheid van de betreffende voertuigcategorie	1.5; 2.4; 3.3; 5.1
v_o	km/h	de referentiesnelheid van de betreffende voertuigcategorie	1.5; 2.4; 5.1
W	–	waarneempunt/waarnemer	1.1; 2.10
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	art. 3.1
z_o	m	de hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt	6.2
z_B	m	de hoogte van de bron t.o.v. 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) t.o.v. het referentiepeil	2.10
z_L	m	de hoogte van punt L (snijpunt scherm en gekromde geluidsstraal) t.o.v. het referentiepeil	2.10
z_T	m	de hoogte van de top van de afscherming t.o.v. het referentiepeil	2.10; 6.2
z_W	m	de hoogte van het waarneempunt t.o.v. het referentiepeil	2.10; 6.2



BIJLAGE IV BEHORENDE BIJ HOOFDSTUK 4 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

INHOUD

1. ALGEMEEN
 - 1.1 Begrippen
 - 1.2 Spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies
 - 1.2.1 Bestaande spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies
 - 1.2.2 Nieuwe spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies
2. HET DB-EMISSIEGETAL
 - 2.1 Het emissiegetal in dB van een emissietraject
 - 2.1.1 Hoofdformule
 - 2.1.2 Gegevens
 - 2.2 Snelheden
3. DE EMISSIEGETALLEN PER OCTAAFBAND
 - 3.1 Bronhoogten
 - 3.2 Bovenbouw
 - 3.3 Gegevens
 - 3.4 Berekeningswijze
 - 3.5 Emissie van betonnen en stalen kunstwerken
 - 3.5.1 Betonnen kunstwerken
 - 3.5.2 Stalen kunstwerken
 - 3.6 Snelheden
4. STANDAARDREKENMETHODE 1 (SRM1)
 - 4.1 Begrippen
 - 4.2 Geometrische definiëring situatie
 - 4.3 Toepassingsbereik methode
 - 4.4 Rekenmodel
 - 4.5 Modelling van de situatie
 - 4.5.1 Bronlijn
 - 4.5.2 Reflecties
 - 4.5.3 Waarneempunten
 - 4.6 Reflectieterm
 - 4.7 Afstandsterm
 - 4.8 LuchtabSORPTIE
 - 4.9 Bodemeffecten
 - 4.10 Meteocorrectieterm
5. STANDAARDREKENMETHODE 2 (SRM2)
 - 5.1 Begrippen
 - 5.2 De hoofdformule
 - 5.3 Modelling van de situatie
 - 5.3.1 Bronlijnen
 - 5.3.2 Bodemgesteldheid
 - 5.3.3 Hoogteverschillen in bodem
 - 5.3.4 Standaard talud
 - 5.3.5 Overwegen
 - 5.3.6 Tunnelbakken
 - 5.3.7 Geluidschermen en afschermdende objecten
 - 5.3.8 Perrons
 - 5.3.9 Kunstwerken
 - 5.3.10 Geluidabsorberende uitvoering
 - 5.3.11 Reflecties
 - 5.3.12 Woningen en waarneempunten
 - 5.4 De geometrische uitbreidingsterm ΔL_{gu}
 - 5.5 De overdrachtsverzwakking ΔL_{od}
 - 5.5.1 De luchtdemping D_L
 - 5.5.2 De bodemdemping D_B
 - 5.5.3 De meteocorrectieterm C_M
 - 5.6 De schermwerking ΔL_{sw}
 - 5.7 Bepaling spoorspecifieke absorptie
 - 5.8 Bepaling spoorspecifieke geluidisolatie
 - 5.9 De niveaureductie ten gevolge van reflecties L_R
 - 5.10 Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidniveau
6. MEETMETHODEN
 - 6.1 Bepaling overdrachtsverzwakking

- 6.2 Methode voor meting en modellering van stalen kunstwerken
 - 6.2.1 Inleiding
 - 6.2.2 Geluidemissietoeslag
 - 6.2.3 Splitsing in rolgeluidtoename en kunstwerkgeluid
 - 6.2.4 Meettechnische bepaling van de geluidemissietoeslag
 - 6.2.5 Modellering in SRM2
 - 6.2.6 Schalen van de bronemissies
- 6.3 Methode in bijzondere omstandigheden
- 6.4 Apparatuur
- 6.5 Meteorologische randvoorwaarden
- 6.6 De meetplaats
- 7. EMISSIEREGISTER
- 8. TOELICHTING BIJLAGE IV
 - 8.1 Algemeen
 - 8.2 Spoorvoertuigcategorieën
 - 8.3 Emissiegetallen (hoofdstuk 2 en 3)
 - 8.3.1 Effect van spoorstaafwheedsbeheersing
 - 8.3.2 Toeslag voor kunstwerken
 - 8.4 Standaardrekenmethode 1 (hoofdstuk 4)
 - 8.5 Standaardrekenmethode 2 (hoofdstuk 5)
 - 8.6 Meetmethode (hoofdstuk 6)
 - 8.7 Gebruik emissieregister (hoofdstuk 7)

1. Algemeen

1.1 Begrippen

In deze bijlage wordt verstaan onder:

etmaalperiode: gedeelte van een etmaal, waarover het equivalent geluidsniveau wordt bepaald;

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

snelheid: de voor het betreffende emissietraject, per etmaalperiode, representatief te achten snelheid per spoorvoertuigtype;

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

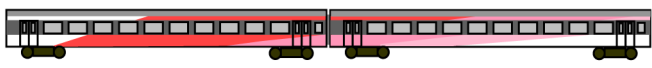
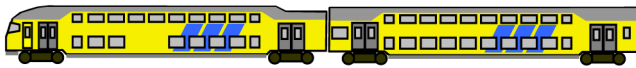
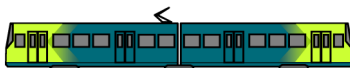
1.2 Spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

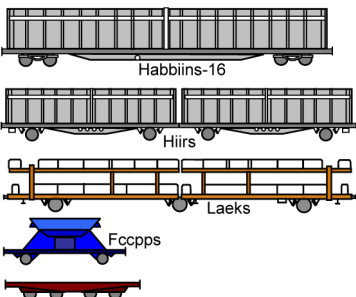
1.2.1 Bestaande spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

Alle spoorvoertuigtypen worden ingedeeld in een spoorvoertuigcategorie.

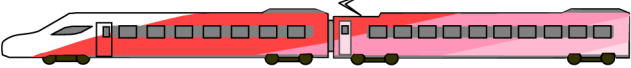
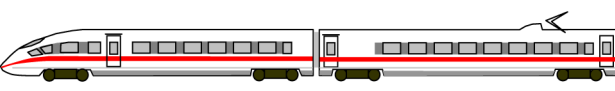
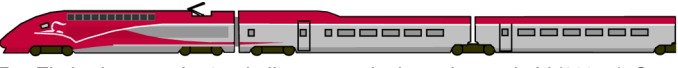
De spoorvoertuigtypen die op de Nederlandse spoorweginfrastructuur rijden, zijn ingedeeld in de in onderstaande tabel opgenomen elf spoorvoertuigcategorieën. De indeling is vooral gebaseerd op verschillen in type aandrijving en wielremsysteem.

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.

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal reken- eenheden	Getoonde lengte
1	Spoorvoertuigcategorie 1: blokgeremd reizigersmaterieel: – elektrisch reizigersmaterieel met uitsluitend 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 het type ICM III, ICR en DDM-1.			
	ICM III	 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 uitsluitend schijfremmen en met motorgeluid: het stadsge-westelijk 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

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal reken- eenheden	Getoonde lengte
4	Spoorvoertuigcategorie 4: goederenmaterieel met gietijzeren blokremmen: – alle typen goederenmaterieel met gietijzeren blokremmen.			
	Goederen	 De categorie van goederenwagens hangt van het remsysteem af. 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 slechts één wagennummer en tellen als 1 rekeneenheid.	1 1 1 1 1	Variabel Vlootge- mid- delde is circa 15 m
5	Spoorvoertuigcategorie 5: blokgeremd dieselmaterieel: – diesel-elektrisch reizigersmaterieel met uitsluitend blokremmen met de bijbehorende locomotieven: de treinstellen van het type DE-I/II/III; – diesel-elektrische locomotieven, behalve de DE-6400.			
6	Spoorvoertuigcategorie 6: schijfgeremd dieselmaterieel: – dieselhydraulisch reizigersmaterieel met uitsluitend schijfremmen en met motorgeluid: de Wadloper (DH), de Buffel (DM'90) – de diesel-elektrische 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 Scharnierende geledingen met 3 draaistellen zijn 1 eenheid.			

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal reken-eenheden	Getoonde lengte
8	Spoorvoertuigcategorie 8: schijfgeremd reizigersmaterieel: – elektrisch reizigersmaterieel met uitsluitend schijfremmen: de typen ICM IV, vIRM-IV/VI, DDM-2/3, ICK, SLT, Protos, GTW-EMU; – elektrisch reizigersmaterieel met afgeschakelde blokkremmen (aangepaste ICR); – diesel-elektrisch lightrailmaterieel: De Lint, Talent, GTW-DMU; – RSG3- en SG3-materieel (Randstadrail).			
	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
	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
	Protos	 	2	53 m
	GTW2/8	 Aantal rekeneenheden ≠ aantal geledingen.	3	56 m
	GTW2/6	 Aantal rekeneenheden ≠ aantal geledingen.	2	41 m
	Lint	 	2	42 m
	RSG3	 	3	43 m

Cat	Type	Tekening (onderling op schaal)	Getoond aantal reken- eenheden	Getoonde lengte
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.			
	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	51 m
	Thalys	 Een Thalys bestaat uit 10 geledingen en telt als 1 rekeneenheid (200 m). Getoond zijn de eerste 3 geledingen.	0,30	63 m
10	Spoorvoertuigcategorie 10: lightrailmaterieel: – lightrailmaterieel van het type A32 en de Regio Citadis; – andere typen schijf en/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.			
	A32	 Let op: 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.			

1.2.2 Nieuwe spoorvoertuigcategorieën en spoorwegconstructies

Van de in paragraaf 1.2.1 met name genoemde spoorvoertuigtypen in de categorieën 1 tot en met 11 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 dan wel bij het beschikbaar komen van nieuwe spoorvoertuigtypen gelden de volgende regels:

1. Als er een modificatie van een bestaand spoorvoertuigtype (met ander typenummer etc.) 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 etc.) 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 van procedure C uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 gebruikt.

Een andere meetmethode dan opgenomen in de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 is toegestaan indien aannemelijk is gemaakt dat die andere meetmethode in de betreffende situatie ten minste gelijkwaardig is aan de in de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006 beschreven methoden.

2. Het dB-emissiegetal

2.1 Het emissiegetal in dB van een emissietraject

2.1.1 Hoofdformule

De berekening verloopt als volgt:

$$E = 10 \lg \left(\sum_{c=1}^{11} 10^{E_{nr,c}/10} + \sum_{c=1}^{11} 10^{E_{r,c}/10} \right) \quad (2.1)$$

waarbij:

$E_{nr,c}$ = emissie voor niet-remmende voertuigen uit spoorvoertuigcategorie c ,

$E_{r,c}$ = emissie voor remmende voertuigen uit spoorvoertuigcategorie c ,

c = categorie

De emissietermen per spoorvoertuigcategorie worden bepaald uit:

$$E_{nr,c} = a_c + b_c \lg v_c + 10 \lg Q_c + C_{b,c} \quad (2.2a)$$

$$E_{r,c} = a_{r,c} + b_{r,c} \lg v_c + 10 \lg Q_{r,c} + C_{b,c} \quad (2.2b)$$

De waarden van de emissiekentallen a_c , b_c , $a_{r,c}$ en $b_{r,c}$ zijn gegeven in tabel 2.1.

2.1.2 Gegevens

Voor de berekening van het emissiegetal zijn de volgende gegevens nodig:

Q_c : het gemiddelde aantal rekeneenheden per uur van niet-remmende spoorvoertuigen van de betreffende spoorvoertuigcategorie [h^{-1}];

$Q_{r,c}$: het gemiddelde aantal eenheden per uur van remmende spoorvoertuigen van de betreffende spoorvoertuigcategorie [h^{-1}];

v_c : de gemiddelde snelheid van de spoorvoertuigen [km h^{-1}];

b : het type bovenbouwconstructie [-].

Spoorvoertuigen worden als remmend beschouwd als het remsysteem is ingeschakeld.

Bij de bepaling van het emissiegetal E wordt gebruik gemaakt van de in paragraaf 1.2 gegeven indeling in spoorvoertuigcategorieën, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen remmende en niet remmende spoorvoertuigen. Voor materieeltypen die hierin niet zijn opgenomen worden de emissiekentallen bepaald op grond van meetresultaten volgens TR (procedure A) of TR (procedure B).

Tevens worden de volgende typen bovenbouwconstructies onderscheiden:

- baan op betonnen mono- of duoblok dwarsliggers in ballastbed (index $b = 1$);
- baan op houten of zigzag betonnen dwars liggers in ballastbed (index $b = 2$);
- baan met ballastbed met niet doorgelaste spoorstaven of onderbroken door maximaal twee niet voegloze wissels binnen 50 m (index $b = 3$);
- baan met blokkenspoor (index $b = 4$);
- baan met blokkenspoor en ballastbed (index $b = 5$);
- baan met regelbare spoorstaafbevestiging (index $b = 6$);
- baan met regelbare spoorstaafbevestiging en ballastbed (index $b = 7$);
- baan met ingegoten spoorstaaf (index $b = 8$);
- baan met directe railbevestiging op een onderheide betonplaat voor metro- en sneltrammaterieel (index $b = 9$);

- baan met raildempers op betonnen mono- of duoblok dwarsliggers in ballastbed (index $b = 10$);
- baan met HSL-Rhedaspoor (index $b = 11$);
- baan bij overweg.

$C_{b,c}$ geeft hierin het verschil aan tussen de emissie van een spoorvoertuig rijdend op een baan met betonnen dwarsliggers en een spoorvoertuig op een andere bovenbouwconstructie onder overigens gelijke omstandigheden. Niet genoemde types bovenbouw worden ingedeeld bij $b=3$, tenzij metingen aan deze bovenbouw zijn uitgevoerd volgens TR (procedure C).

De waarde van $C_{b,c}$ volgt uit tabel 2.2. Voor **overwegen** volgt de waarde van $C_{b,c}$ door 2 dB op te tellen bij de waarde volgens tabel 2.2 voor het type bovenbouwconstructie voor en na de overweg. Zijn deze verschillend, dan geldt de constructie met de hoogste $C_{b,c}$.

Tabel 2.1 Emissiekentallen a_c en b_c voor niet-remmende spoorvoertuigen en $a_{r,c}$ en $b_{r,c}$ voor remmende spoorvoertuigen als functie van de spoorvoertuigcategorie c.

categorie	a_c	b_c	$a_{r,c}$	$b_{r,c}$
1	14,9	23,6	16,4	25,3
2	18,8	22,3	19,6	23,9
3	20,5	19,6	20,5	19,6
4	24,3	20,0	23,8	22,4
5	46,0	10,0	47,0	10,0
6	20,5	19,6	20,5	19,6
7	18,0	22,0	18,0	22,0
8	25,7	16,1	25,7	16,1
9 ($v \leq 100$)	50,6	7,6	50,6	7,6
9 ($100 < v \leq 180$)	23,5	21,0	23,5	21,0
9 ($v > 180$)	5,5	29,0	5,5	29,0
10	17,1	19,4	21,2	17,3
11	20,5	19,6	20,5	19,6

Tabel 2.2 Correctieterm $C_{b,c}$ als functie van de spoorvoertuigcategorie c en bovenbouwconstructie / baangesteldheid b.

c	b = 1	b = 2	b = 3	b = 4	b = 5	b = 6	b = 7	b = 8	b = 9	b = 10	b = 11
1	0	2	4	6	3	¹	0	2	0	-3	-
2	0	2	5	7	5	¹	0	3	0	-3	-
3	0	1	3	5	2	¹	0	2	0	-3	3
4	0	2	5	7	4	¹	0	2	0	-3	-
5	0	1	2	4	4	¹	0	2	0	-3	-
6	0	1	3	5	2	¹	0	2	0	-3	-
7	0	1	¹	¹	¹	¹	¹	¹	7	-3	-
8	0	2	4	6	3	¹	0	2	0	-3	3
9	0	2	4	7	5	¹	0	3	0	-3	3
10	0	2	4	7	5	¹	0	3	0	-3	-
11	0	2	3	5	2	¹	0	2	0	-3	-

¹ Gegeven niet bekend; indien nodig vaststellen m.b.v. methode TR C.

Tabel 2.3 Toe te passen bovenbouwcorrecties bij verschillende typen betonnen kunstwerken.

type kunstwerk	type bovenbouw op het kunstwerk	code b: getallen verwijzen naar tabel 2.2
TT- en kokerliggerbrug	regelbare bevestiging	4
plaat- en trogbrug	dwarsliggers in ballastbed (resp betonnen of houten)	1 of 2
	regelbare bevestiging	4
	regelbare bevestiging volgestort met ballast	7
plaatbrug	blokkenspoor	4
	blokkenspoor volgestort met ballast	5
	ingegoten spoorstaaf	8

2.2 Snelheden

De emissieterm kan worden bepaald volgens dit hoofdstuk voor snelheden vanaf 40 km/h en met een

maximum snelheid per spoorvoertuigcategorie zoals gegeven in tabel 2.4. Voor nieuw ingemeten materieel volgens TR geldt als maximale snelheid het maximum dat bij de metingen is meegenomen.

Tabel 2.4 Maximale rekensnelheden per spoorvoertuigcategorie.

categorie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
maximale rekensnelheid [km/h]	140	160	160	100	140	120	100	160	300	100	100

Voor spoorvoertuigen die niet zijn vermeld in een van de categorieën van paragraaf 1.2, geldt het maximum dat bij betreffend spoorvoertuig hoort volgens de specificaties van de fabrikant.

3. De emissiegetallen per octaafband

3.1 Bronhoogten

De bepaling van de emissiegetallen per octaafband vindt plaats op 5 verschillende bronhoogten, te weten:

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

3.2 Bovenbouw

Bovenbouwconstructies

Het emissietraject 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 bij overweg.

Spoorconditie

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

Spoorstaafonderbrekingen en wissels

Bij de bepaling van de emissiegetallen wordt onderscheid gemaakt naar de mate van voorkomen van spoorstaafonderbrekingen op het betreffende emissietraject:

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

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 voegloos wissel krijgt de bovenbouwcode die hoort bij het type dwarsligger;
- een intern-voegloos/niet-voegloos wissel krijgt bovenbouwcode $bb = 3$;

- voor een intern-voegloos wissel wordt aangenomen dat deze gemiddeld één voeg heeft;
- voor een niet-voegloos 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 fm voor toepassing in formule 3.3c);

Spoorstaafrouwheid

Ten slotte is het mogelijk om rekening te houden met situaties waarbij structureel sprake is van een fors afwijkende spoorstaafrouwheid 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 spoorstaafrouwheid (door bijvoorbeeld intensief onderhoud of akoestisch slijpen).

3.3 Gegevens

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

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

3.4 Berekeningswijze

De berekening verloopt als volgt:

$$L_{E,i}^{bs} = 10 \lg \left(\sum_{p=d,s} \sum_{c=1}^{11} 10^{(E_{p,i,c}^{bs} + C_{bb,i,c}^{bs} + C_{spoorconditie,i,c,m})/10} \right) \quad (3.1a)$$

$$L_{E,i}^{as} = 10 \lg \sum_{p=d,s} \left(\sum_{c=1}^{11} 10^{(E_{p,i,c}^{as} + C_{bb,i,c}^{as} + C_{spoorconditie,i,c,m})/10} + \sum_{c=1}^{11} 10^{E_{rem,p,i,c}/10} + \sum_{c=3,5,6} 10^{E_{motor,p,i,c}/10} + \sum_{c=9} 10^{E_{aero,p,i,9}^{as}/10} \right) \quad (3.1b)$$

$$L_{E,i}^{2m} = 10 \lg \sum_{p=d,s} \left(\sum_{c=9} 10^{E_{aero,p,i,9}/10} + \sum_{c=9} 10^{E_{koeling,p,i,9}/10} \right) \quad (3.1c)$$

$$L_{E,i}^{4m} = 10 \lg \sum_{p=d,s} \left(\sum_{c=9} 10^{(E_{aero,p,i,9}-3)/10} + \sum_{c=9} 10^{(E_{koeling,p,i,9}-3)/10} \right) \quad (3.1d)$$

$$L_{E,i}^{5m} = 10 \lg \sum_{p=d,s} \left(\sum_{c=9} 10^{(E_{aero,p,i,9}-3)/10} \right) \quad (3.1e)$$

Voor categorie 1, 2, 3, 6, 7, 8 is

$$\begin{aligned} E_{p,i,c}^{bs} &= E_{p,i,c} - 1 \\ E_{p,i,c}^{as} &= E_{p,i,c} - 7 \end{aligned}$$

Voor categorie 4, 5 en 11 is

$$\begin{aligned} E_{p,i,c}^{bs} &= E_{p,i,c} - 3 \\ E_{p,i,c}^{as} &= E_{p,i,c} - 3 \end{aligned}$$

Voor categorie 9 is

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

$$E_{p,i,9}^{\text{bs}} = E_{p,i,9} + W$$

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

Voor categorie 10 is

$$E_{p,i,10}^{\text{bs}} = E_{p,i,10\text{-bs}}$$

$$E_{p,i,10}^{\text{as}} = E_{p,i,10\text{-as}}$$

met

$$E_{p,i,c} = a_{i,c} + b_{i,c} \lg v_{p,c} + 10 \lg Q_{p,c} \quad (3.2a)$$

$$E_{\text{rem},i,c} = a_{i,c} + b_{i,c} \lg v_{p,r,c} + 10 \lg Q_{p,r,c} + C_{\text{rem},i,c} \quad (3.2b)$$

en voor $c = 3, 5, 6$

$$E_{\text{motor},p,i,c} = a_{\text{motor},i,c} + b_{\text{motor},i,c} \lg v_{p,c} + 10 \lg Q_{p,c} \quad (3.2c)$$

en voor $c = 9$

$$E_{\text{koeling},p,i,c} = a_{\text{koeling},i,c} + b_{\text{koeling},i,c} \lg v_{p,c} + 10 \lg Q_{p,c} \quad (3.2d)$$

$$E_{\text{aero},p,i,c} = a_{\text{aero},i,c} + b_{\text{aero},i,c} \lg v_{p,c} + 10 \lg Q_{p,c} \quad (3.2e)$$

De waarden van de emissiekentallen a_c en b_c zijn gegeven in tabellen tabel 3.1 en tabel 3.2.

Tabel 3.1 Emissiekentallen a_c en b_c als functie van spoorvoertuigcategorie $c=1$ t/m 11 en octaafband (i).

categorie	kental	octaafband 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	$a, v < 60$ $v \geq 60$	54	50	66	86	68	68	45	39
		36	15	66	68	51	51	27	21
	$b, v < 60$ $v \geq 60$	0	10	10	0	10	10	20	20
		10	30	10	10	20	20	30	30
3 motor	$a, v < 60$ $v \geq 60$	72	88	85	51	62	54	25	15
		72	35	50	68	9	71	7	-3
	$b, v < 60$ $v \geq 60$	-10	-10	0	20	10	20	30	30
		-10	20	20	10	40	10	40	40
4	a	30	74	91	72	49	36	52	52
	b	15	0	0	12	25	31	20	13

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

$C_{rem,i,c}$ wordt bepaald volgens tabel 3.2.

Tabel 3.2 De remgeluid-correctieterm $C_{rem,i,c}$ als functie van de spoorvoertuigcategorie (*c*) en octaafband (*i*).

octaafband <i>i</i>	$C_{rem,i,c}$				
	<i>c</i> = 1, 4, 5	<i>c</i> = 2	<i>c</i> = 7	<i>c</i> = 3, 6, 8, 9, 11	<i>c</i> = 10
1	-20	-20	-8	-20	2
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

octaafband <i>i</i>	$C_{rem,i,c}$				
	$c = 1, 4, 5$	$c = 2$	$c = 7$	$c = 3, 6, 8, 9, 11$	$c = 10$
8	9	5	-5	-20	3

De bovenbouwcorrectietermen $C_{bb,i,c}^{bs}$ en $C_{bb,i,c}^{as}$ 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:

$$C_{bb,i,c}^{bs} = C_{bb,i}$$

$$C_{bb,i,c}^{as} = \begin{cases} C_{bb,i} & \text{voor } c \neq 9 \\ 0 & \text{voor } c = 9 \end{cases} \quad (3.3a)$$

De waarde voor de bovenbouwcorrectieterm voor verschillende bovenbouwconstructies is gegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Correctieterm $C_{bb,i}$ als functie van bovenbouwconstructie/baangesteldheid (bb) en octaafband (i).

octaaf-band <i>i</i>	$C_{bb,i}$										
	$bb = 1$	$bb = 2$	$bb = 3$	$bb = 4$	$bb = 5$	$bb = 6$	$bb = 7$	$bb = 8$	$bb = 9$	$bb = 10$	$bb = 11$
1	0	1	1	6	6	¹	6	5	7	0	0
2	0	1	3	8	8	¹	1	4	2	0	0
3	0	1	3	7	8	¹	0	3	1	-1	0
4	0	5	7	10	9	¹	0	6	4	-2	7
5	0	2	4	8	2	¹	0	2	7	-4	7
6	0	1	2	5	1	¹	0	1	9	-3	3
7	0	1	3	4	1	¹	0	0	5	-2	2
8	0	1	4	0	1	¹	0	0	1	-1	0

¹ Gegeven niet bekend; indien nodig vaststellen m.b.v. methode TR C.

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 (3.3b) of (3.3c) gebruikt, afhankelijk van de mate van spooronderbreking:

$$C_{spoorconditie,i,c,1} = C_{ruwheid,i,c} \quad \text{voor } m=1 \quad (3.3b)$$

of

$$C_{spoorconditie,i,c,m} = 10 \lg(1 + f_m A_i) \quad \text{voor } m = 2, 3 \text{ of } 4 \quad (3.3c)$$

Voor voegend spoor en voegende wissels zijn de waarden voor f_m en A_i in onderstaande tabellen 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 3.4 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 3.5 Kental voor stootgeluidemissie A_i als functie van octaafband (i).

octaafband 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 bovenbouwcorrectieterm te verwerken. Deze methodiek geldt alleen voor voegloze spoorstaven ($m=1$). Voor niet-voegloze spoorstaven mag geen spoorstaafruwheidscorrectie toegepast worden.

Het effect van de afwijkende ruwheid wordt in rekening gebracht met de coëfficiënt $C_{\text{ruwheid},i,c}$. Deze term is afhankelijk van de snelheid (v) en de spoorvoertuigcategorie (c). Indien ervoor gekozen wordt

niet te corrigeren voor een eventueel lokaal afwijkende spoorstaafruwheid geldt $C_{\text{ruwheid},i,c} = 0$.

$$C_{\text{ruwheid},i,c} = (L_{i,\text{rtr,feitelijk}} \oplus L_{i,\text{rveh},c}) - (L_{i,\text{rtr,ref}} \oplus L_{i,\text{rveh},c}) \quad (3.3d)$$

met:

$L_{i,\text{rtr,ref}}(v)$: de referentieruwheid (afgeleid uit de gemiddelde spoorstaafruwheid in Nederland).

$L_{i,\text{rtr,feitelijk}}(v)$: de lokale ruwheid van de spoorstaven waar de berekeningen worden uitgevoerd.

$L_{i,\text{rveh},c}(v)$: de wielruwheid van de diverse spoorvoertuigcategorieën, volgens tabel 3.7.

Het symbool $\oplus$ staat voor energetische sommatie ($x \oplus y = 10 \lg (10^{x/10} + 10^{y/10})$).

Voor de spoorvoertuigcategorieën uit dit voorschrift geldt het volgende verband tussen remsysteem en spoorvoertuigcategorie:

- categorie 1, 4, 5: gietijzeren blokkenrem;
- categorie 2: schijfrem + toegevoegde gietijzeren blokkenrem;
- categorie 3 (exclusief het elektrisch reizigersmaterieel met voornamelijk schijfremmen en toegevoegde alternatieve (LL-) blokremmen), 6, 7, 8, 9 en 10: 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 TR procedure B volgt de gemiddelde wielruwheid uit de metingen.

Tabel 3.6 Spoorstaafruwheid als functie van de golflengte.

Golflengte [mm]	630	500	400	315	250	200	160	125	100	80	63	50	40	31,5	25
referentie	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1
geoptimaliseerd voor snelheden < 200 km/h	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/h	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.

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/h	-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/h	-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 3.7 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 schijfrem	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; indien nodig vaststellen m.b.v. methode TR B.

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 schijfrem	-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; indien nodig vaststellen m.b.v. methode TR B.

De spoorstaafrouwheid L_{rr} van de meetlocatie wordt gemeten in 1/3-octaven volgens de procedures omschreven in NEN-EN-ISO 3095:2005. De spoorstaafrouwheid 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 akoestische onderzoek.

De wiel- en spoorstaafrouwheden dienen in octaafbanden te 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 630mm):

$$C_{\text{ruwheid},\lambda,c} = (L_{\lambda,\text{rtr,feitelijk}} \oplus L_{\lambda,\text{rveh},c}) - (L_{\lambda,\text{rtr,ref}} \oplus L_{\lambda,\text{rveh},c}) \quad (3.4a)$$

$$= 10 \lg(10^{L_{\lambda,\text{rtr,feitelijk}}/10} + 10^{L_{\lambda,\text{rveh},c}/10}) - 10 \lg(10^{L_{\lambda,\text{rtr,ref}}/10} + 10^{L_{\lambda,\text{rveh},c}/10})$$

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 :

$C_{\text{ruwheid},(f,v),c} \equiv C_{\text{ruwheid},\lambda,c}$ met $f = 1000 / 3.6 \cdot (v / \lambda)$ met frequentie f in Hz, voertuigsnelheid v in km/h en golflengte λ in mm. Dus

$$C_{\text{ruwheid},(f=2500\text{Hz},v=90\text{ km/h}),c} = C_{\text{ruwheid},\lambda=10\text{mm},c} \quad (3.4b)$$

3. De werkelijke geluidsfrequentie f komt in het algemeen niet overeen met de preferente tertsbandsmiddenfrequenties (deze zijn voor deze toepassing $f_{\text{terts}} = 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000$, en 10000 Hz).

Daarom worden de waarden van $C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts}},v),c}$ 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: $f_- < f_{\text{terts}} < f_+$. Dan geldt:

$$C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts}},v),c} = C_{\text{ruwheid},(f_{-},v),c} + (C_{\text{ruwheid},(f_{+},v),c} - C_{\text{ruwheid},(f_{-},v),c}) \cdot \left(\frac{\lg(f_{\text{terts}}) - \lg(f_{-})}{\lg(f_{+}) - \lg(f_{-})} \right) \quad (3.4c)$$

Hiermee is de ruwheidscorrectie per tertsbands bepaald.

- De ruwheidscorrectie per tertsbands wordt ten slotte energetisch gemiddeld om een ruwheidscorrectie per octaafbands i te berekenen. Daarvoor worden eerst de drie tertsbandsmiddenfrequenties gezocht die binnen de octaafbands vallen. Dit is samengevat in onderstaande tabel:

Tabel 3.8 Standaard middenfrequenties voor octaaf- en tertsbands

i	octaafbands f_{oct}	tertsbands $f_{\text{terts1}}, f_{\text{terts2}}, f_{\text{terts3}}$
1	63	50, 63, 80
2	125	100, 125, 160
3	250	200, 250, 315
4	500	400, 500, 630
5	1000	800, 1000, 1250
6	2000	1600, 2000, 2500
7	4000	3150, 4000, 5000
8	8000	6300, 8000, 10000

Vervolgens kan de ruwheidscorrectie per octaafbands worden bepaald met de volgende formule:

$$C_{\text{ruwheid},i,c} = C_{\text{ruwheid},(f_{\text{oct}},v),c} = C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts1}},v),c} \oplus C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts2}},v),c} \oplus C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts3}},v),c} - 10\lg(3) \quad (3.4d)$$

$$= 10\lg \frac{1}{3} \left(10^{C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts1}},v),c}/10} + 10^{C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts2}},v),c}/10} + 10^{C_{\text{ruwheid},(f_{\text{terts3}},v),c}/10} \right)$$

In veel situaties waarin wordt overwogen plaatselijk een extra lage spoorstaafrouwheid aan te brengen en te onderhouden is het ten tijde van het akoestisch onderzoek nog niet mogelijk de spoorstaafrouwheid door meting vast te stellen, omdat deze pas wordt aangebracht nadat geluidprocedures zijn doorlopen. In dat geval wordt aangetoond dat de lage spoorstaafrouwheid waarmee wordt gerekend, in de praktijk is te maken en te onderhouden.

Maatgevend daarbij is dat per spoorvoertuigcategorie de op basis van de verwachte lage spoorstaafrouwheid berekende geluidreductie, gemiddeld over de tijdsperiode tussen twee slijpbeurten en over het betreffende spoorweggedeelte bezien, ook in werkelijkheid optreedt. Bovendien worden lokale afwijkingen voorkomen als die gemiddeld over de tijdsperiode tussen twee slijpbeurten leiden tot een 1 dB lagere geluidreductie dan was berekend. De middelingen over de tijd en over het spoorweggedeelte zijn lineaire middelingen.

Indien emissiegegevens volgens TR procedure B beschikbaar zijn inclusief effectieve ruwheden en overdrachten van het te berekenen spoorweggedeelte en spoorvoertuig, dan worden de termen

$C_{bb,i}$ en $C_{\text{spoorconditie},i,c,m}$ niet te worden gebruikt.

3.5 Emissie van betonnen en stalen kunstwerken

3.5.1 Betonnen kunstwerken

Bij betonnen kunstwerken en de daarop toegepaste bovenbouwconstructie is de emissie ten gevolge van het rolgeluid én van de geluiduitstraling door het kunstwerk zelf verwerkt in de betreffende bovenbouwcorrectie (tabel 2.2 en tabel 3.3). Bij toepassing van schermen op het kunstwerk wordt hierdoor het effect van de schermen bij lage frequenties overschat. Deze modellering is daarom slechts 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 3.9.

Tabel 3.9 Toe te passen bovenbouwcorrecties bij verschillende typen betonnen kunstwerken. De cijfers in de tabel verwijzen naar de codes van tabel 3.3.

type kunstwerk	type bovenbouw op het kunstwerk	code bb
TT- en kokerliggerbrug	regelbare bevestiging	4

type kunstwerk	type bovenbouw op het kunstwerk	code bb
plaat- en trogbrug	dwarsliggers in ballastbed (resp. betonnen of houten)	1 of 2
	regelbare bevestiging	4
	regelbare bevestiging volgestort met ballast	7
plaatbrug	blokkenspoor	4
	blokkenspoor volgestort met ballast	5
	ingegoten spoorstaaf	8

3.5.2 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 meter BS en de extra emissie ten gevolge van de toename van het rolgeluid wordt verrekend als toename van de emissie op de reeds gemodelleerde bronnen op 0 en 0,5 meter 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 6.2.

Voor het toepassen van schermen als geluidmaatregel op het kunstwerk is nader onderzoek nodig.

3.6 Snelheden

De emissie kan worden bepaald volgens dit hoofdstuk voor snelheden van ten minste 40 km/h en met een maximum snelheid per spoorvoertuigcategorie zoals gegeven in tabel 2.4 (paragraaf 2.2).

4. Standaardrekenmethode 1 (SRM1)

4.1 Begrippen

afstand tot bronlijn: kortste afstand tussen het waarneempunt en de bronlijn (symbool r);

begrenzingslijnen: begrenzingen van de voor de geluidemissie meest bepalende omgeving van het waarneempunt (zie *figuur 4.1*);

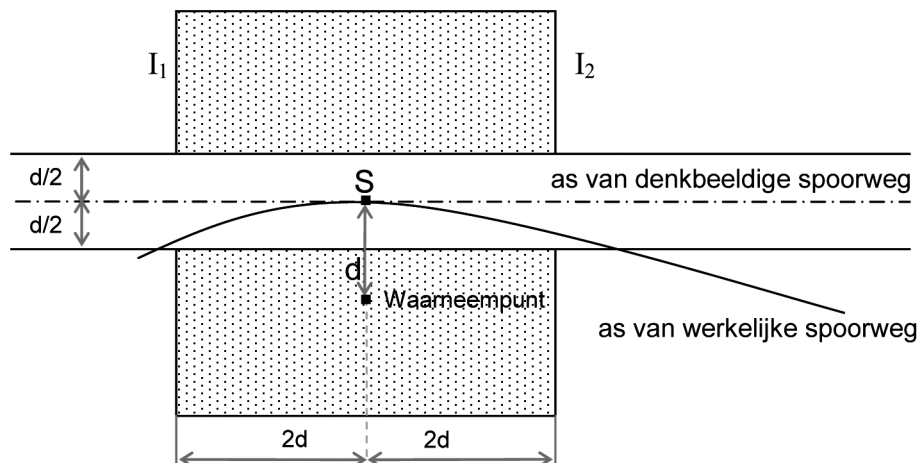
bronlijn: lijn gelegen in het midden van het spoor op 0,25 m boven de bovenkant van de spoorstaven, die de plaats van de geluidsafstraling van de spoorvoertuigen representeert;

hoogte van de bovenkant van het spoor: hoogte van de bovenkant van het spoor ten opzichte van het plaatselijk maaiveld (symbool h_{bs});

hoogte van de waarnemer: hoogte van de waarnemer ten opzichte van het plaatselijk maaiveld (symbool h_w);

horizontale afstand tot bronlijn: kortste horizontale afstand tussen een (waarneem)punt en de bronlijn (symbool d , eventueel met indices)

waarneempunt: punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB_A; het L_{Aeq} moet worden bepaald; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak.



Figuur 4.1 Horizontale projectie van het aandachtsgebied, dat ten behoeve van de toetsing aan de toepassingsvoorwaarden wordt gedefinieerd.

4.2 Geometrische definiëring situatie

Vanuit de waarnemer W wordt de kortste verbindinglijn naar de as van het spoor getrokken (de lengte van WS is d). Op afstanden $2d$ vanuit W liggen evenwijdig aan WS de begrenzinglijnen I_1 en I_2 . De lijn door S loodrecht op WS, representeert de as van het denkbeeldige spoor (die het model is van de werkelijke spoorweg).

4.3 Toepassingsbereik methode

De Standaardrekenmethode 1 is gebaseerd op een vereenvoudiging van de situatie, waardoor ten aanzien van het toepassingsbereik van de methode de volgende voorwaarden gelden voor het aandachtsgebied tussen de begrenzinglijnen I_1 en I_2 .

- de as van de werkelijke spoorweg doorsnijdt één van de in figuur 4.1 aangegeven gearceerde gebieden niet;
- het zicht vanuit de waarnemer op de spoorweg wordt niet belemmerd over een hoek van meer dan 30° ;
- als de spoorweg bestaat uit meer dan één emissietraject, verschillen de emissiegetallen van die emissietrajecten onderling niet meer dan 10 dB;
- de afstand (d) van het waarneempunt tot de as van de spoorweg bedraagt ten minste anderhalf maal de afstand tussen de buitenste spoorstaven van de spoorweg;
- binnen het aandachtsgebied bevinden zich in de spoorweg geen kunstwerken en treden geen hoogteverschillen op van meer dan drie meter ten opzichte van de gemiddelde hoogte.

Er wordt geen rekening gehouden met afschermende objecten en bebouwing tussen de spoorweg en het waarneempunt.

4.4 Rekenmodel

Het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} in dB vanwege het spoorwegverkeer wordt gevonden uit:

$$L_{Aeq} = E_s + C_{reflectie} - D_{afstand} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo} \quad (4.1)$$

met:

$C_{reflectie}$: correctieterm in verband met eventuele reflecties tegen bebouwing of andere verticale vlakken;

$D_{afstand}$: verzwakkingsterm, afhankelijk van de afstand;

D_{lucht} : verzwakkingsterm ten gevolge van de luchtabsorptie;

D_{bodem} : verzwakkingsterm ten gevolge van het bodemeffect;

D_{meteo} : meteocorrectieterm;

E_s : het samengestelde emissiegetal bepaald volgens:

$$E_s = 10 \lg \frac{1}{127} \sum_{i=1}^n \Phi_i 10^{E_i/10} \quad (4.2)$$

waarin:

E_i : het emissiegetal van emissietraject i zoals bepaald volgens hoofdstuk 2;

Φ_i : de hoek waaronder het emissietraject i vanuit het waarneempunt wordt gezien (in graden);

n : het aantal emissietrajecten binnen het aandachtsgebied.

4.5 Modellering van de situatie

4.5.1 Bronlijn

Bij het modelleren van geometrische gegevens is het uitgangspunt voor verticale maten de bovenkant van de spoorstaven (BS) en voor horizontale maten het midden van het spoor. De lijn die op het midden van het spoor loopt op een hoogte van 0,25 meter boven de bovenkant van de spoorstaven (BS) is in de modellering de bronlijn.

4.5.2 Reflecties

De reflectieterm wordt in rekening gebracht voor vlakken die zich ten opzichte van het waarneempunt aan de overzijde van de spoorweg bevinden, als voor deze vlakken geldt dat:

- deze akoestisch hard zijn;
- deze verticaal en ongeveer evenwijdig aan de spoorweg staan;
- deze hoger zijn dan de hoogte van de waarnemer h_w ;
- de horizontale afstand (d_r) daarvan tot de bronlijn kleiner is dan 100 meter en tevens kleiner dan viermaal de horizontale afstand (d_w) van het waarneempunt tot de bronlijn.

4.5.3 Waarneempunten

Waarneempunten voor gebouwen worden ten minste gekozen ter hoogte van de eerste verdieping (dit is een hoogte van 5 meter boven plaatselijk maaiveld) en bij woongebouwen met drie of meer woonlagen ter hoogte van de bovenste verdieping (dit is 1 meter onder de nok van het gebouw). Daarnaast kan voor de begane grond, en voor de beoordeling van het buitenklimaat een waarneempunt op 1,5 meter boven plaatselijk maaiveld worden gekozen.

4.6 Reflectieterm

De reflectieterm $C_{reflectie}$ wordt als volgt berekend:

$$C_{reflectie} = f_{obj} \quad (4.3)$$

waarbij:

f_{obj} : de objectfractie. De objectfractie is binnen een afstand van $4(d_r + d_w)$, evenwijdig aan de spoorweg en symmetrisch ten opzichte van het waarneempunt, de totale lengte waarover aan de overzijde van de spoorweg de geluidreflecterende vlakken zich uitstrekken ten opzichte van deze afstand van $4(d_r + d_w)$.

d_r : de horizontale afstand tussen het reflecterende object en de bronlijn;

d_w : de horizontale afstand tussen het waarneempunt en de bronlijn.

4.7 Afstandsterm

De afstandsterm $D_{afstand}$ wordt berekend volgens:

$$D_{afstand} = 10 \lg r \quad (4.4)$$

waarbij:

r : de kortste afstand tussen het waarneempunt en de betreffende bronlijn.

4.8 Luchtabsorptie

De luchtabsorptieterm D_{lucht} wordt als volgt berekend:

$$D_{lucht} = 0,016r^{0,9} \quad (4.5)$$

waarbij:

r : de kortste afstand tussen het waarneempunt en de betreffende bronlijn.

4.9 Bodemeffecten

D_{bodem} wordt als volgt berekend:

$$D_{bodem} = 3B^{0,5} (1 - e^{-0,03r}) (1,25e^{-0,75(0,6h_{bs}+0,5)} + e^{-0,9h_w}) + 1,6B - 1,8 - 3(1 - B) \left(1 - e^{\frac{-0,01r}{h_w+0,6h_{bs}+0,4}} \right) \quad (4.6)$$

waarbij:

B : de bodemfactor, het gedeelte van de bodem tussen bron en waarneempunt dat niet verhard is. De bodemfactor is het gedeelte van de horizontale projectie van de verbindinglijn tussen het waarneempunt en het hart van het spoor dat boven een niet verharde bodem ligt. Als niet verharde bodem gelden: ballastbed, grasland, landbouwgrond met of zonder gewas, zandvlakten en bodem zonder vegetatie.

4.10 Meteocorrectieterm

De meteocorrectieterm D_{meteo} wordt als volgt berekend:

$$D_{meteo} = 3,5 \left(1 - e^{-0,04 \left(\frac{r}{h_w+0,6h_{bs}+0,5} - 5 \right)} \right) \quad (4.7)$$

Als op grond van formule 4.7 een negatieve waarde voor D_{meteo} wordt bepaald, wordt voor D_{meteo} de waarde nul aangehouden.

5 Standaardrekenmethode 2 (SRM2)

5.1 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 representeert; afhankelijk van het type materieel worden twee tot vier bronlijnen onderscheiden;

bronlijnsegment: rechte verbindinglijn 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_{AeqT} moet worden bepaald; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak;

zichthoek: hoek waaronder een object (gevel, scherm, baanvak etc.) in horizontale projectie wordt gezien vanuit het waarneempunt.

5.2 De hoofdformule

Het equivalent geluidniveau in dB, het L_{AeqT} wordt als volgt berekend:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N 10^{\Delta L_{eq,i,j,n}/10} \quad (5.1a)$$

waarbij $\Delta L_{eq,i,j,n}$ de bijdrage is aan het L_{Aeq} in één octaafband (index i), van één sector (index j) en van één bronpunt (index n).

$\Delta L_{eq,i,j,n}$ wordt samengesteld uit de volgende termen:

$$L_{eq,i,j,n} = L_E + \Delta L_{GU} - \Delta L_{OD} - \Delta L_{SW} - \Delta L_R - 58,6 \quad (5.1b)$$

waarin:

L_E : de emissiegetallen per bronhoogte en per octaafband, bepaald volgens hoofdstuk 3;

ΔL_{GU} : de geometrische uitbreidingsterm (paragraaf 5.4)

ΔL_{OD} : de overdrachtsverzwakking (paragraaf 5.5)

ΔL_{SW} : de schermwerking, indien van toepassing (paragraaf 5.6)

ΔL_R : de niveaureductie ten gevolge van reflecties, indien van toepassing (paragraaf 5.9)

Er wordt gesommeerd over de octaafbanden met de nominale middenfrequenties 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz.

De sectorindeling is zodanig dat de geometrie en de spoorgegevens in een sector goed worden beschreven met de geometrie en de spoorgegevens in het sectorvlak. Ter wille van een goede beschrijving van de geluidemissie is per sector slechts één emissietraject aanwezig. Bij discontinuïteiten in de geometrie (hoeken van gebouwen, uiteinden van schermen en dergelijke) en in de verkeersgegevens (bij verandering van het emissiegetal) wordt een kleinere sectorhoek toegepast. De maximale openingshoek van een sector bedraagt 5°, de minimale openingshoek 0,5°.

Bij de sectorindeling kan ook worden uitgegaan van een vaste openingshoek van 2°.

Het aantal bronpunten, N , binnen een sector wordt bepaald door het aantal keer dat het betreffende sectorvlak een bronlijn (segment) snijdt.

5.3 Modelleren van de situatie

5.3.1 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 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 meter boven de bovenkant van het spoor (BS). Voor spoorvoertuigcategorie 9 zijn er vijf bronlijnen op 0, 0,5 meter, 2,0 meter, 4,0 meter en 5,0 meter boven de bovenkant van het spoor (BS).

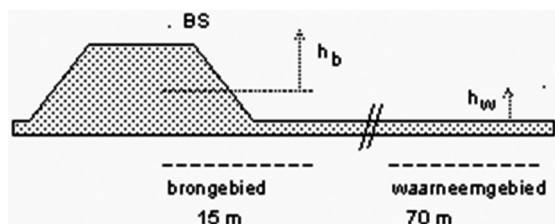
De spoorweg wordt bij voorkeur opgebouwd uit emissietrajecten in stappen die niet kleiner zijn dan 100 meter. Indien bij bogen, geluidsschermen en andere bijzondere situaties deze stap te groot is om essentiële kenmerken van de geometrie tot zijn recht te laten komen, kunnen kleinere stappen worden gekozen.

5.3.2 Bodemgesteldheid

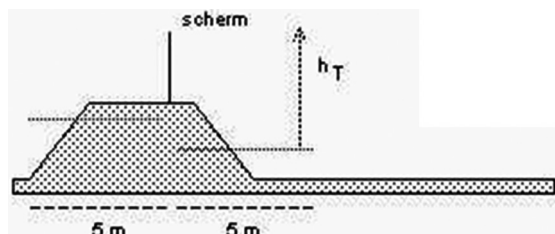
De bodemgesteldheid wordt verdeeld in twee groepen, akoestisch hard en niet hard. Onder akoestisch hard ($B=0$) wordt verstaan: klinkers, asfalt, beton, andere bodemverhardingen, wateroppervlakken en dergelijke. Als akoestisch niet hard ($B=1$) gelden: ballastbed, grasland, landbouwgrond met of zonder gewas, zandvlakten, bodem zonder vegetatie etc.

5.3.3 Hoogteverschillen in bodem

De hoogte van bronnen, objecten en waarneempunten zijn 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 figuur 5.1 en figuur 5.2 is dit geïllustreerd.

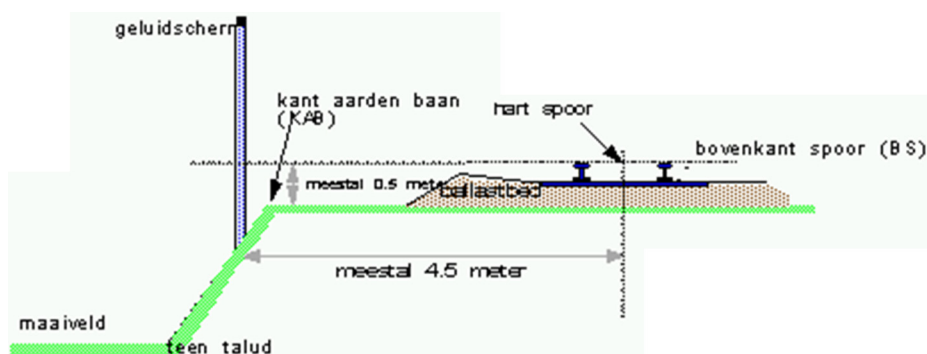


Figuur 5.1 Hoogten t.o.v. gemiddeld plaatselijk maaiveld. Door de verhoogde baan ligt het gemiddelde maaiveld in het brongebied iets boven het maaiveld naast het talud.



Figuur 5.2 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 .

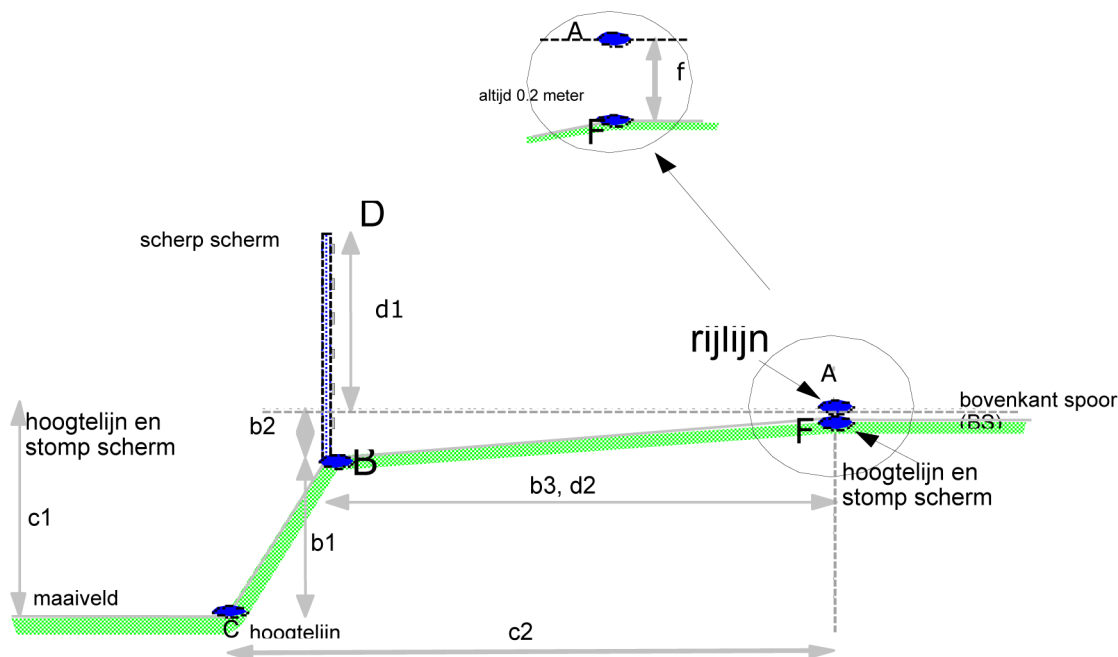
5.3.4 Standaard talud



Figuur 5.3 Dwarsdoorsnede van een standaard talud.

Figuur 5.3 geeft een dwarsdoorsnede van een deel van een spoortalud in werkelijkheid weer. In figuur 5.4 is de modellering ervan weergegeven. Bij het modelleren gelden de volgende regels:

- centraal in de modellering staat de rijlijn; voor elk spoor wordt een rijlijn midden tussen de spoorstaven in gemodelleerd (de afstand tussen de twee spoorstaven bedraagt 1,42 meter);
- iedere rijlijn (A) wordt op de hoogte van de werkelijke bovenkant van het spoor (BS) gemodelleerd;
- op 0,2 meter recht onder iedere rijlijn wordt een hoogtelijn en een daaraan gekoppeld een stomp scherm $C_p=2$ dB (F) gemodelleerd (het absorberende ballastbed ligt op 0,2 meter onder BS);
- de kant aarden baan (KAB) wordt als hoogtelijn met daaraan gekoppeld een stomp geluidsscherm (B) op werkelijke hoogte ten opzichte van BS (b_1) en van maaiveld (b_2) en op 4,5 meter (b_3) naast de naastliggende rijlijn gemodelleerd; alleen als de werkelijke afstand tussen het hart van het spoor en de KAB meer dan 1 meter verschilt van de hiervoor genoemde 4,5 meter wordt voor b_3 de deze werkelijke afstand gemodelleerd (meestal zal de afwijking echter minder dan 1 meter bedragen en meestal zal de KAB op 0,5 meter 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); (geluidschermen 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 ballastbed is het bodemvlak voor het gehele horizontale deel van het talud absorberend ($B=1$), tenzij de daadwerkelijk harde delen van dit gebied breder dan 1 m zijn.



Figuur 5.4 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 overeenkomstige wijze de werkelijke afstanden.

5.3.5 Overwegen

Modelleer het deel van de spoorweg waarin zich een overweg bevindt met de betreffende bovenbouwconstructie en een hard bodemgebied.

5.3.6 Tunnelbakken

Modelleer de hoogte van de wanden van open tunnelbakken, de lokale maaiveldhoogte en de afstanden overeenkomstig 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 ($C_p = 0$ dB). De bovenbouwcorrectie volgt uit de toegepaste bovenbouwconstructie.

Bij een open tunnelbak met geluidsabsorberende wanden (zie paragraaf 5.3.10) 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.

5.3.7 Geluidsschermen en afschermende objecten

Om als afschermend object te worden aangemerkt moet het object:

- voldoende geluidsisolatie hebben, d.w.z. 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 5.3.10 is beschreven wanneer een scherm als geluidsabsorberend mag 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:

$$h_{s,eff} = h_s \quad (5.2)$$

of:

$$h_{s,eff} = h_s (1 + a) / 2 \quad (5.3)$$

Hierin is:

$h_{s,eff}$: effectieve schermhoogte t.o.v. BS t.b.v. de modellering;
 h_s : werkelijke hoogte van het geluidsscherm t.o.v. BS;
 a : fractie van het scherm dat geluidsabsorberend uitgevoerd is.

Formule 5.2 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 graden bij het spoor op ballastbed. Als het spoor niet op ballastbed is uitgevoerd, wordt in het overdrachtsgebied tussen de bron en het scherm een zelfde hoeveelheid geluidsabsorptie bewerkstelligd als in het geval van een spoor op ballastbed optreedt. Voorwaarde hierbij is dat aan de overzijde van het spoor geen reflecterend scherm is geplaatst.

Formule 5.3 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 meter 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 meter uit het hart van het spoor, gaat men bij de modellering altijd uit van een afstand van 2,5 meter.

Een scherm wordt altijd gemodelleerd alsof het recht is en verticaal staat, ook als het in de 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 past men bovenbeschreven methode toe voor het bepalen van de effectieve schermhoogte.

5.3.8 Perrons

De perronhoogte is 0,8 meter 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 meter 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 tabel 5.4 en 5.3.10). Perrons die aan beide zijden open zijn (d.w.z. geen zijwanden aan spoorzijde en buitenzijde) worden niet als scherm gemodelleerd. Perrons die alleen aan de spoorzijde open zijn mogen als geluidsabsorberend worden aangemerkt.

5.3.9 Kunstwerken

Modelleer de hoogten en afstanden bij kunstwerken overeenkomstig de werkelijkheid. Kies het type bovenbouwconstructie overeenkomstig paragraaf 3.5.

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 minimaal 15 cm ballast wordt het gehele brugdek als absorberend bodemgebied gemodelleerd, tenzij harde delen van het brugdek breder zijn dan 1 meter. Dan worden die betreffende 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 5.4 en paragraaf 5.3.10).

Modelleer bij troglijgerbruggen 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 meter 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 tabel 5.4 en paragraaf 5.3.10).

Bij betonnen kunstwerken kunnen schermen op het kunstwerk tot een hoogte van 2,0 meter boven bovenkant van het spoor (BS) overeenkomstig de uitvoering van die schermen worden gemodelleerd. Bij hogere schermen kan de directe geluidsafstraling van het kunstwerk een zodanige 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, doch wordt de brugtoeslag bepaald voor de brug met scherm.

5.3.10 Geluidabsorberende uitvoering

Bekleding of uitvoering van objecten als schermen, perrons en tunnelwanden is als geluidabsorberend te beschouwen indien de spoor specifieke absorptie groter dan of gelijk aan 5 dB is. De bepaling van deze absorptie is in paragraaf 5.7 verder uitgelegd.

5.3.11 Reflecties

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

Om als reflecterend oppervlak te worden aangemerkt:

- is het vlak verticaal;
- heeft het vlak een zichthoek van 2° of meer;
- steekt het vlak over de hele sectorhoek ten minste twee meter boven het maaiveld uit;
- heeft het vlak een absorptiecoëfficiënt $< 0,8$;
- staat het vlak op zodanige afstand van het spoor dat afscherming en reflectie van de passerende spoorvoertuig kunnen worden verwaarloosd.

Nader onderzoek naar de invloed van reflecties op het L_{Aeq} is vereist indien:

- het reflecterend oppervlak een grotere hoek met de verticaal maakt dan 5 graden, met uitzondering van hellende geluidsschermen zoals omschreven in paragraaf 5.3.7;
- 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 1 reflectie. In geval van berekeningen met meervoudige reflecties wordt de spiegeling herhaald toegepast.

5.3.12 Woningen en waarneempunten

De gemiddelde verdiepingshoogte van woningen wordt gesteld op 3 meter. Een schuine kap wordt hierbij meegenomen als een volledige verdiepingshoogte. De modellering van een schuine kap als recht blok mag echter niet leiden tot niet reële reflecties naar waarneempunten.

Waarneempunten voor gebouwen worden ten minste gekozen ter hoogte van de eerste verdieping (dit is een hoogte van 5 meter boven plaatselijk maaiveld) en bij woongebouwen met drie of meer woonlagen ter hoogte van de bovenste verdieping (dit is 1 meter onder de nok van het gebouw). Daarnaast kan voor de begane grond, de beoordeling van het buitenklimaat en de beoordeling van de effecten van schermen een waarneempunt op 1,5 meter boven plaatselijk maaiveld worden gekozen. Waarneempunten worden zo gemodelleerd dat reflecties tegen de gevel waarvoor het punt geplaatst is geen bijdrage leveren aan het geluid(druk)niveau.

Objecten voor de eerste lijn bebouwing hoger dan 1 meter boven bovenkant van het spoor (BS) dienen te worden gemodelleerd. Verder moeten kleine objecten als erkers en schuurtjes buiten beschouwing worden gelaten.

5.4 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 verbindinglijn [m];
 ν : de hoek die het sectorvlak maakt met het bronlijnsegment [in graden];
 Φ : de openingshoek van de sector [in graden].

De berekening van ΔL_{GU} verloopt als volgt:

voor een dipooluitbreiding:

$$\Delta L_{GU} = 10 \lg \left(\frac{\phi}{r \sin \nu} \cdot \sin \nu^2 \right) \quad (5.4a)$$

voor een monopooluitbreiding:

$$\Delta L_{GU} = 10 \lg \frac{\phi}{r \sin \nu} \quad (5.4b)$$

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 6.2.

Als de hoek ν een waarde aanneemt die kleiner is dan de openingshoek van de betreffende sector is nader onderzoek vereist ter bepaling van ΔL_{GU} .

5.5 De overdrachtsverzwakking ΔL_{OD}

De overdrachtsverzwakking ΔL_{OD} is samengesteld uit de volgende termen:

$$\Delta L_{OD} = D_L + D_B + C_M \quad (5.5)$$

waarin D_L de verzwakking door absorptie in de lucht voorstelt, D_B de verzwakking ten gevolge van de bodeminvloed en C_M de meteorocorrectieterm.

5.5.1 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 verbindinglijn [m].

De berekening verloopt als volgt:

$$D_L = r \delta_{lucht} \quad (5.6)$$

waarbij δ_{lucht} de luchtdempingscoëfficiënt is. De waarde van δ_{lucht} wordt gegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 De luchtdempingscoëfficiënt δ_{lucht} als functie van de octaafband (i)

Octaafbandindex	Octaafband middenfrequentie [Hz]	δ_{lucht} [dB/m]
1	63	0
2	125	0
3	250	0,001
4	500	0,002
5	1000	0,004
6	2000	0,010
7	4000	0,023
8	8000	0,058

5.5.2 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 waarneembied en een middengebied.

Het brongebied heeft een lengte van 15 meter, de lengte van het waarneembied bedraagt 70 meter. Het resterende gedeelte van de afstand r_o tussen bron- en waarneempunt is het middengebied. Indien de afstand r_o kleiner is dan 85 meter is de lengte van het middengebied nihil. Indien de afstand r_o kleiner is dan 70 meter dan is de lengte van het waarneembied gelijk aan de afstand r_o . Indien de afstand r_o kleiner is dan 15 meter dan is de lengte van het brongebied en de lengte van het waarneembied 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 betreffend gebied dat niet akoestisch hard is en de totale lengte van het betreffend 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 waarneembied [m];
 B_b : de absorptiefractie van het brongebied [-];
 B_m : de absorptiefractie van het middengebied [-];
 B_w : de absorptiefractie van het waarneembied [-];
 S_w : effectiviteit van de bodemdemping in het waarneembied [-];
 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 betreffende 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 5.11a en 5.11b in paragraaf 5.6.

De berekening verloopt volgens de formules 5.7a t/m h als gegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2 De formules 5.7a t/m h voor de bepaling van bodemdemping D_b als functie van de octaafband (i). De cursief gedrukte symbolen vormen de waarden die voor de variabelen x en y moeten worden vervangen in de functie (x,y).

Octaafband-index	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	$[S_b\gamma_3(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + [S_w\gamma_3(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
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	1000	$[S_b\gamma_5(h_b,r_o)+1]B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + [S_w\gamma_5(h_w,r_o)+1]B_w - 2$
6	2000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$
7	4000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$
8	8000	$B_b - 3(1-B_m)\gamma_o(h_b+h_w,r_o) + B_w - 2$

De functies γ zijn als volgt gedefinieerd:

$$\gamma_o(x, y) = 1 - 30 \frac{x}{y} \quad \text{voor } y \geq 30x \quad (5.8a)$$

$$\gamma_o(x, y) = 0 \quad \text{voor } y < 30x$$

$$\gamma_2(x, y) = 3,0 \left[1 - e^{-y/50} \right] e^{-0,12(x-5)^2} + 5,7 \left[1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} y^2} \right] e^{-0,09 x^2} \quad (5.8b)$$

$$\gamma_3(x, y) = 8,6 \left[1 - e^{-y/50} \right] e^{-0,09x^2} \quad (5.8c)$$

$$\gamma_4(x, y) = 14,0 \left[1 - e^{-y/50} \right] e^{-0,46x^2} \quad (5.8d)$$

$$\gamma_5(x, y) = 5,0 \left[1 - e^{-y/50} \right] e^{-0,90x^2} \quad (5.8e)$$

Voor de variabelen x en y worden de waarden van de grootheden vervangen die tussen haakjes achter de overeenkomstige functies uit de formules 5.7a t/m h zijn geplaatst (in cursief).

5.5.3 De meteocorrectieterm C_M

Voor de berekening van de meteocorrectieterm C_M zijn de volgende gegevens nodig:

r_o : de horizontaal gemeten afstand tussen 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 waarneembied [m].

De berekening verloopt als volgt:

$$C_m = 3,5 - 35 \frac{h_b + h_w}{r_o} \quad \text{voor } r_o > 10 (h_b + h_w) \quad (5.9a)$$

$$C_m = 0 \quad \text{voor } r_o \leq 10 (h_b + h_w) \quad (5.9b)$$

5.6 De schermwerking ΔL_{SW}

(incl. de termen S_w en S_b uit de bodemdempingsformules 5.15a t/m h).

Indien zich binnen een sector objecten bevinden waarvan de zichthoek ten minste samenvalt met de openingshoek van de betreffende sector en waarvan tevens in redelijkheid te verwachten is 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 5.7) 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, 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];

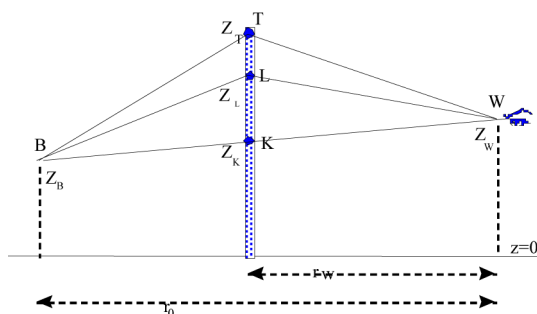
h_w : de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneembied [m];

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. Indien aan beide zijden van de afscherming verschillend, de grootste waarde van h_T nemen [m];
 r : de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindinglijn [m];
 r_w : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm [m];
 r_o : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneem en bronpunt [m];
 z : het profiel van het afschermend object.

Berekend wordt:

- de verminderde bodemdemping zoals verdisconteerd in de factoren S_w en S_b uit formules 5.7a tot en met 5.7h van paragraaf 5.5.2.
- de schermwerking ΔL_{SW}



Figuur 5.5 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 5.5):

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:

$$z_L - z_K = \frac{r_w(r_o - r_w)}{26r_o} \quad (5.10)$$

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 5.7a t/m f worden als volgt berekend:

$$S_w = 1 - \frac{r_o - r_w}{r_o} \frac{3h_e}{3h_e + h_w + 1} \quad (5.11a)$$

als $h_e < 0$ dan $S_w = 1$

$$S_b = 1 - \frac{r_w}{r_o} \frac{3h_e}{3h_e + h_b + 1} \quad (5.11b)$$

als $h_e < 0$ dan $S_b = 1$

waarin h_e de effectieve schermhoogte is, gedefinieerd als:

$$h_e = z_t - z_L \quad (5.12)$$

De schermwerking ΔL_{SW} wordt als volgt berekend:

$$\Delta L_{SW} = HF(N_f) - C_p \quad (5.13)$$

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 5.13 negatief wordt, wordt de waarde $\Delta L_{SW} = 0$ aangehouden.

H wordt als volgt bepaald:

$$H = 0,25h_i 2^{i-1} \quad (5.14)$$

i is hierin de octaafbandindex. De maximale waarde van H is 1.

De definitie van de functie F is gegeven in de formules 5.15a t/m f uit tabel 5.3. De waarden van C_p volgen uit tabel 5.4.

Tabel 5.3 De definitie van de functie F met als variabele N_f voor vijf intervallen van N_f (formules 5.15a t/m f)

Geldig in het interval van N_f		Definitie $F(N_f)$
van	tot	
$-\infty$	-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	$+\infty$	25

Tabel 5.4 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 $\leq 20^\circ$ - grondlichaam met $0^\circ \leq T \leq 70^\circ$ - alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte minder is dan twee maal de hoogte van die wand of als de wand hoger is dan 3,5m - alle gebouwen
2 dB	- rand van aarden baan in ophoging - grondlichaam met $70^\circ \leq T \leq 165^\circ$ - 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 3,5m - geluidabsorberende¹ 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 - geluidabsorberende¹ rand aan spoorzijde van trogliggerbrug - rand aan niet-spoorzijde van trogliggerbrug - geluidabsorberende¹ rand aan spoorzijde van M-baan - rand aan niet-spoorwegzijde van M-baan
5 dB	- rand (niet geluidabsorberend¹ aan spoorzijde van perron - rand (niet geluidabsorberend¹ aan spoorzijde van trogliggerbrug - rand (niet geluidabsorberend¹ aan spoorzijde van M-baan

¹ Zie 5.3.10.

N_f wordt als volgt bepaald:

$$N_f = 0,37\varepsilon 2^{i-1} \quad (5.16)$$

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

$$\epsilon = r_T - r_L \quad \text{voor } zT \geq zk \quad (5.17a)$$

$$\epsilon = 2r - r_T - r_L \quad \text{voor } zT < zk \quad (5.17b)$$

In de gevallen waarin het profiel van het afschermend object niet overeenkomt met een van de in tabel 5.4 genoemde profielen wordt een nader onderzoek naar de schermwerking van dat object verricht.

Indien de spoor specifieke 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.

5.7 Bepaling spoor specifieke absorptie

De absorptiecoëfficiënten worden bepaald overeenkomstig NEN 20354. De bepaalde absorptiecoëfficiënten in tertsbanden worden **gewogen** gemiddeld, waarbij een gemiddeld A-gewogen tertsband-spectrum van de spoorverkeersspectra als weging wordt gebruikt, zie tabel 5.5.

Tabel 5.5 A-gewogen en op 0 dB genormeerd spectrum voor spoorverkeersgeluid ten behoeve van de berekening van een ééngetalswaarde in dB voor de spoor specifieke absorptie en spoor specifieke geluidisolatie van geluidschermen.

terts	spoorverkeer	
	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 1000 1250	-4,9	-10,0 -9,7 -9,4
1600 2000 2500	-5,0	-9,4 -9,4 -10,6
3150 4000 5000	-15,0	-17,1 -21,0 -24,0

De spoor specifieke absorptie $DL_{\alpha, rail}$ wordt bepaald volgens:

$$DL_{\alpha, rail} = -10 \lg \left| 1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{si} 10^{0,1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}} \right| \quad (5.18a)$$

waarbij de ratio van de sommen maximaal 0,99 is.

$DL_{\alpha, rail}$ wordt afgerond op gehele dB's en heeft een maximale waarde van 20 dB. Het eisen van een spoor specifieke absorptie met een waarde hoger dan 10 dB zal in het algemeen niet zinvol zijn.

5.8 Bepaling spoor specifieke geluidisolatie

De geluidisolatie wordt bepaald overeenkomstig NEN-EN ISO 140-3. De bepaalde geluidisolatie R in terstbanden worden gewogen gemiddeld, waarbij een gemiddeld A-gewogen tertsband spectrum van spoorverkeersgeluid als weging wordt gebruikt. Zie tabel 5.5. Bij de meting wordt voor wegverkeer het

gehele scherm inclusief steunconstructies betrokken.

De spoor specifieke geluidisolatie $DL_{R,rail}$ wordt bepaald volgens:

$$DL_{R,rail} = -10 \lg \left| \frac{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i} 10^{-0,1R_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}} \right| \quad (5.18b)$$

$DL_{R,rail}$ wordt afgerond op gehele dB's.

Bij schermen met een hoogte van 2 meter boven BS bedraagt de spoorverkeers specifieke geluidisolatie ten minste 25 dB, bij 4 meter hoge schermen is dat 30 dB.

5.9 De niveaureductie ten gevolge van reflecties L_R

Voor de berekening van de niveaureductie ten gevolge van 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:

$$\Delta L_R = N_{ref} \delta_{ref} \quad (5.19)$$

waarin δ_{ref} de niveaureductie ten gevolge van één reflectie is. Voor gebouwen geldt voor alle octaafbanden $\delta_{ref} = -10 \lg 0,8$. Voor alle andere objecten is $\delta_{ref} = 1$ voor alle octaafbanden, tenzij het object aantoonbaar geluidabsorberend is uitgevoerd. In dat geval geldt per octaafband $\delta_{ref} = -10 \lg (1 - \alpha)$, waarin α de geluidabsorptiecoëfficiënt van het object is in de betreffende octaafband. N_{ref} kan ten hoogste de waarde 1 aannemen.

5.10 Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidniveau

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

$$L_{eq,i} = 10 \lg \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N 10^{\Delta L_{eq,i,j,n}/10} \quad (5.20)$$

waarin de betekenis van de grootheden en de uitwerking ervan analoog zijn aan die van formule 5.1a.

6. Meetmethoden

6.1 Bepaling overdrachtsverzwakking

Bij gebruik van de meetmethode ter bepaling van het equivalente geluidsniveau wordt de emissie bepaald door middel van berekening en de overdrachtsverzwakking door middel van meting. Hierbij wordt uitgegaan van de volgende formule:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq,ref} - \Delta L_{AE} \quad (6.1)$$

waarbij:

$L_{Aeq,ref}$: het volgens hoofdstuk 4 van deze bijlage berekende equivalente geluidsniveau op een referentiemeetpunt [dB];

ΔL_{AE} : het gemiddelde verschil tussen aan dezelfde spoorvoertuig-passages gemeten sound exposure levels op het referentiemeetpunt en het waarneempunt [dB].

Hoewel de meeste moderne meetapparaten beschikken over de mogelijkheid om sound-exposure levels te bepalen, kan het voorkomen dat slechts het equivalente geluidsniveau per passage kan worden gemeten. L_{AE} kan dan worden verkregen door het L_{Aeq} te corrigeren voor de registratieduur

van de passage (T_p , uitgedrukt in seconden) volgens de volgende formule:

$$L_{AE} = L_{Aeq} + 10 \lg T_p$$

6.2 Methode voor meting en modellering van stalen kunstwerken

6.2.1 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 3.5.2. De geluidafstraling van het kunstwerk wordt per rijlijn 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 rijlijn 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 Standaard-rekenmethode 2 uitgewerkt.

6.2.2 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 leesbaarheid zijn in de hierna gebruikte formules de indices voor voertuigcategorie c en octaafband i weggelaten.

$$L_{E,totaal,brug} = L_{E,totaal} + \Delta L_{E,brug} \quad (6.2)$$

De totale emissie op het kunstwerk is de energetische optelling van de rolgeluidemissie (inclusief de extra rolgeluidemissie $\Delta L_{E,brug-rol}$) op de bronlijnen op 0 en 0,5 meter van de bovenkant van het spoor (BS) en de emissie van het kunstwerk zelf op de bronlijn op 0m BS ($L_{E,brug-kunstwerk}$).

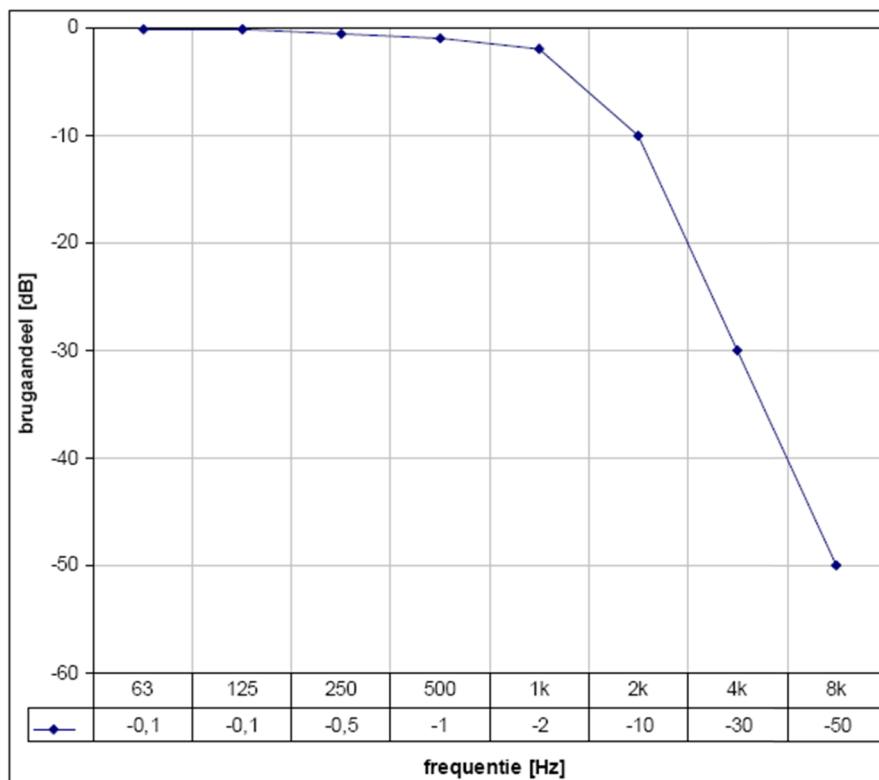
Deze totale emissie van het kunstwerk wordt in het model gerepresenteerd door twee bronlijnen, namelijk een bronlijn voor het kunstwerk met emissie $L_{E,brug-kunstwerk}$ en een bronlijn voor het rolgeluid met emissie $L_{E,brug-rol}$.

De emissie zonder de invloed van het kunstwerk is de energetische optelling van de rolgeluidbronnen alsof er geen geluidemissietoeslag is (dus zonder de $\Delta L_{E,brug-rol}$) en zonder kunstwerkgeluid en waarbij op de brug een bovenbouwcode $bb=1$ wordt gebruikt:

$$L_{E,totaal} = L_E^{bs} \oplus L_E^{as} = 10 \lg(10^{L_E^{bs}/10} + 10^{L_E^{as}/10}) \quad (6.3)$$

6.2.3 Splitsing in rolgeluidtoename en kunstwerkgeluid

De extra emissie vanwege de geluidemissietoeslag wordt gesplitst in twee delen: toename van het rolgeluid ($\Delta L_{E,brug-rol}$) en kunstwerkgeluid ($L_{E,brug-kunstwerk}$). 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 6.1.



Figuur 6.1 Spectrale karakteristiek van het filter om het brugaandeel uit het verschillenspectrum te filteren.

Het gedeelte van de geluidemissie van de brug dat wordt toegekend aan het kunstwerk wordt hiermee:

$$L_{E,brug,kunstwerk} = L_{E,totaal,brug} + H_{brug} \quad (6.4)$$

waarbij de correctiefactoren H_{brug} worden gebruikt, zoals die zijn weergegeven in figuur 6.1. 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 dus een toeslag op het rolgeluid H_{rol} :

$$L_{E,brug,rol} = L_{E,totaal,brug} + H_{rol} \quad (6.5)$$

met

$$H_{rol} = 10 \lg(1 - 10^{H_{brug}/10}) \quad (6.6)$$

Daarmee wordt de toeslag op het rolgeluid:

$$\Delta L_{E,brug,rol} = L_{E,brug,rol} - L_{E,totaal} \quad (6.7)$$

Deze toeslag wordt opgeteld bij de rolgeluidbronnen op BS- en AS-hoogte, waarbij de bovenbouw wordt gemodelleerd met code bb=1.

6.2.4 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 geluidsdrukniveau 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:

- Vanwege nabijheidseffecten bedraagt de meetafstand minimaal $1,5D$ 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.
- Vanwege de totale openingshoek bedraagt de meetafstand hoogstens 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 meter uit het hart van het dichtstbijgelegen spoor. Bij bruggen korter dan 30 meter 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 meter boven de bovenzijde van het spoor (BS) aanbevolen bij een meetafstand van 7,5 meter tot het HS. Bij een meetafstand van 25 meter wordt een hoogte van 3,5 meter aanbevolen.

Bij tussenliggende meetafstanden wordt tussen deze hoogtes geïnterpoleerd. Dit betekent dat de meethoogte zodanig wordt aangepast dat de 'verticale zichthoek' naar BS in de orde van 10° ligt.

Nabij de aardebaan wordt op één hoogte gemeten. Deze meethoogte noemen we h . Nabij de brug wordt op 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 gerekend worden 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 volstaan worden met een toeslagmeting voor het aanliggende spoor. Bij 'niet-gelijkwaardige sporen' dient de toeslag voor alle sporen afzonderlijk bepaald te worden. Voor alle meetposities wordt per spoorvoertuigpassage per spoorvoertuigcategorie het equivalente geluidniveau bepaald door te middelen over de tijd waarin het niveau hoger is dan het maximale niveau minus 3 dB. De immissietoeslag per categorie $\Delta L_{I,brug,c,i}$ volgt dan uit het lineaire gemiddelde verschil tussen de beide geluidmeetposities over n (ten minste 5) passages:

$$\Delta L_{I,brug,c,i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (L_{Aeq,br,c,i,k} - L_{Aeq,ab,c,i,k}) \quad (6.8)$$

met:

c : index spoorvoertuigcategorie

i : index octaafband

k : volgnummer meting

$L_{Aeq,br,c,i,k}$: meetresultaat bij de brug

$L_{Aeq,ab,c,i,k}$: 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, in het geval de bovenbouwconstructie afwijkt van $bb=1$ een correctie nodig zijn naar bovenbouwconstructie $bb=1$.

Dit betekent dat de gemeten immissietoeslag wordt gecorrigeerd met $H_{correctie,\Delta overdracht}$ voor het verschil in overdrachtsverzwakking om een waarde te vinden voor de geluidemissietoeslag.

In het algemeen geldt:

$$\Delta L_{E,brug,c,i} = \Delta L_{I,brug,c,i} - H_{correctie,\Delta overdracht} \quad (6.9)$$

De waarde voor de correctie in overdrachtsverzwakking is slechts 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 geluidimmissie-

toeslag: $\Delta L_{E,brug,c,i} \equiv \Delta L_{I,brug,gemeten,c,i}$

- Vervolgens wordt de procedure uit 6.2.2 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 geluidmissiespectra berekend. Het

verschil tussen die twee geluidspectra noemen we $\Delta L_{I,brug,1^{e}schatting,c,i}$

- De correctie voor het verschil in overdrachtsverzwakking waar we naar op zoek zijn is vervolgens te bepalen met:

$$H_{correctie,\Delta overdracht} = \Delta L_{I,brug,1^{e}schatting,c,i} - \Delta L_{I,brug,gemeten,c,i} \quad (6.10)$$

Verdisconteren rijnsnelheid

Naast geluidrukniveaus wordt in beide meetdoorsnedes de rijnsnelheid van de spoorvoertuig bepaald. Wanneer de snelheid tussen beide meetdoorsnedes meer dan 5% verschilt, wordt de aardebaanmeting gecorrigeerd met de emissieformules (zie 3.4). 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 mag worden toegepast op dezelfde spoorvoertuigcategorie bij snelheden die maximaal 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 spoorstaafzuwheid gemeten volgens de procedures omschreven in NEN-EN-ISO 3095:2005. Als de spoorstaafzuwheid in de doorsnede van de aardebaan significant hoger is dan het landelijk gemiddelde spoorstaafzuwheidspectrum (zie tabel 3.7), moet of een andere meetdoorsnede gekozen worden met een lagere spoorstaafzuwheid, of de meetwaarden moeten gecorrigeerd worden voor de hoge spoorstaafzuwheid (zie paragraaf 3.4). Als de spoorstaafzuwheid 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 gecorrigeerd worden voor de hoge spoorstaafzuwheid. De brugtoeslag is dan dus deels het gevolg van de brugconstructie en deels van de hoge spoorstaafzuwheid.

6.2.5 Modelleren in SRM2

Het bruggeluid wordt in SRM2 verwerkt als een toeslag op de emissieterm voor rolgeluid in combinatie met een extra bronlijn op het kunstwerk voor het bruggeluid.

De toename van het rolgeluid $\Delta L_{E,brug-rol}$ wordt als extra emissieterm 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 rolgeluidbron. De geluidemissie als gevolg van de geluidafstraling van het kunstwerk $\Delta L_{E,brug-kunstwerk}$ 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 5.4b.
2. Reeds aanwezige afscherming op de brug of op het talud direct aansluitend aan de 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.

6.3 Methode in bijzondere omstandigheden

In bijzondere omstandigheden waar de rekenmethoden van dit besluit of de hiervoor genoemde meetmethoden geen voldoende representatief resultaat zullen geven, wordt de methode volgens de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai toegepast. Gedacht kan worden aan wachtsproten of situaties met zeer afwijkend materieel of bijzondere spoorconstructie etc. Ook het rechtstreeks vaststellen van de equivalente geluidsbelasting kan beschouwd worden als een bijzondere omstandigheid waarvoor van geval tot geval een meetprogramma dient te worden opgesteld.

6.4 Apparatuur

Voor een meting van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} wordt beschikt over:

- twee rondomgevoelige microfoons voorzien van windkap;
- een akoestische ijkbron aangepast aan het gebruikte type microfoon;
- een windrichtingsmeter;
- een windsnelheidsmeter;

Voorts per microfoon:

- een instrument waarmee de A-weging kan worden uitgevoerd (A-filter);
- een instrument dat een directe uitlezing geeft van het geluidsniveau in dB;
- een instrument dat het microfoonsignaal verwerkt tot een sound exposure level LAE als bedoeld in ISO 1996-1.

Combinaties van de onder a, e, f en g genoemde elementen kunnen tot één apparaat zijn samengevoegd.

De aan genoemde apparatuur gestelde eisen zijn:

- t/m d: de relevante eigenschappen voldoen ten minste aan de eisen voor het type 1 instrument zoals omschreven in de I.E.C.Publication nr. 651.
- e: de akoestische ijkbron worden iedere twee jaar geijkt in een daartoe uitgerust laboratorium.
- g: de windsnelheidsmeter heeft, inclusief aanspreekgevoeligheid, ten minste een nauwkeurigheid van 0,5 m/s in het bereik 0–3 m/s en een nauwkeurigheid van 1 m/s bij hogere windsnelheden.

6.5 Meteorologische randvoorwaarden

Niet gemeten mag worden:

- bij dichte mist (zicht ~ 200 m);
- tijdens neerslag;
- bij harde wind (gemeten windsnelheid > 15 m/s op 10 m hoogte);
- als de akoestische eigenschappen van de spoorweg en de bodem tussen spoorweg en waarneempunt ten gevolge van bepaalde weersomstandigheden afwijken van de normale situatie;
- als de weersomstandigheden niet voldoen aan het meteoraam als gegeven in tabel 6.1. Slechts voor relatief kleine afstanden ($R < 10 (h_b + h_w)$) is het meteoraam niet van toepassing, mits er geen sprake is van afscherming.

Onder afscherming wordt hier verstaan de situatie waarbij het zicht op de spoorweg vanuit het waarneempunt voor meer dan 30° wordt belemmerd. Hierbij wordt alleen gelet op objecten die zich binnen de openingshoek van de in het meteoraam toegestane windrichtingen bevinden.

Tabel 6.1 Het meteoraam waarin:

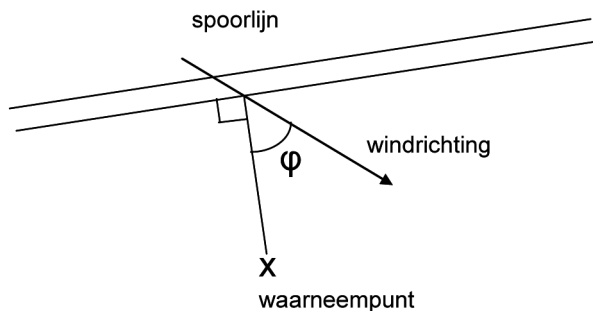
u: de gemiddelde windsnelheid tijdens de geluidsmeting, op 10 m hoogte in het open veld nabij de meetlocatie; de nauwkeurigheid waarmee u bepaald moet worden in 1 m/s voor $u > 2$ m/s en 0,5 m/s voor kleinere u.

φ : de gemiddelde hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindinglijn tussen het waarneempunt en de spoorweg.

meteorologische dag: de periode tussen 1 uur na zonsopgang en 1 uur voor zonsondergang.

meteorologische nacht: de periode tussen 1 uur voor zonsondergang en 1 uur na zonsopgang.

	Toegestane windsnelheden	Toegestane windrichtingen
meteorologische dag	oktober t/m mei $u > 1$ m/s	$-80 < \varphi < +80$ graden
	juni t/m september $u > 2$ m/s	
meteorologische nacht	$u > 1$ m/s	



Figuur 6.1 Definitie van de windrichtingshoek.

6.6 De meetplaats

Het referentiemeetpunt wordt zodanig gekozen dat voldaan is aan de voorwaarden gesteld aan de berekening van het equivalente geluidsniveau volgens paragraaf 4.4 van dit voorschrift. Het punt wordt zo dicht mogelijk bij de spoorweg gesitueerd, doch niet dichterbij dan 25 meter.

Bij de keuze van het referentiemeetpunt wordt vermeden dat reflecties tegen gebouwen en andere obstakels het meetresultaat beïnvloeden.

Als de meting van L_{AE} dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een (nog) niet bestaand gebouw, moet de microfoon worden geplaatst in het geplande gevelvlak. Als de meting van L_{AE} dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een bestaand gebouw, moet de microfoon 2 m voor die gevel worden geplaatst. In dit geval wordt het gemeten equivalente geluidsniveau verminderd met 3 dB.

De directe omgeving van de microfoon en het gebied tussen de spoorweg en de microfoon is in normale toestand. Er bevinden zich geen niet permanente objecten, die van invloed zijn op het meetresultaat.

De microfoon wordt met een zodanige constructie bevestigd dat tijdens de meting geen bewegingen mogelijk zijn. De constructie oefent geen invloed uit op het meetresultaat.

De microfoon is met zijn gevoeligste richting omhoog georiënteerd.

De meetprocedure

De verdeling van gemeten spoorvoertuigen over de verschillende spoorvoertuigcategorieën komt ongeveer overeen met de maatgevende verkeerssamenstelling op het betreffende spoorweggedeelte.

Het aantal spoorvoertuigpassages per meting bedraagt ten minste vijf.

De meetapparatuur wordt voor en na de meting geijkt met de ijkbron. Het verschil tussen beide ijkmetingen is niet groter dan 1 dB.

Andere geluiden dan van het spoorwegverkeer op het betreffende spoorweggedeelte mogen het meetresultaat niet zodanig beïnvloeden dat een afwijking van 0,5 dB of meer optreedt.

Het aantal metingen dat in een gegeven situatie noodzakelijk is, wordt gegeven in tabel 6.2. Wanneer volgens tabel 6.2 meer dan één meting is voorgeschreven moet elke meting op een andere dag worden uitgevoerd. Het eindresultaat in geval van meerdere metingen wordt gegeven door:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \quad (6.11)$$

waarin $L_{Aeq,j}$ het volgens formule 6.1 voor meting j berekende equivalente geluidsniveau is. N is het aantal metingen dat in de betreffende situatie is vereist.

Tabel 6.2 Het minimum aantal metingen afhankelijk van afstand en aanwezigheid van afscherming.

afstand	Minimum aantal metingen	
	zonder afscherming	met afscherming
$R > 10(h_b + h_w)$	1	1
$10(h_b + h_w) < R \leq 20(h_b + h_w)$	1	2
$20(h_b + h_w) < R$	2	3

7. Emissieregister

Het emissieregister, bedoeld in artikel 4.3 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012, bevat ten minste de volgende gegevens:

1. een kaart met daarop aangegeven de ligging van de sporen die de emissieregisterbeheerder in beheer heeft;
2. de contactgegevens van de beheerder van het emissieregister;
3. een beschrijving van de sporen met begin en eindpunt en eventuele stations en haltes en de kilometrering daarvan;
4. de verkeersintensiteiten per spoor in eenheden per uur, gemiddeld over een jaar, voor de dag, de avond en de nacht periode, onderscheiden naar remmende en niet remmende spoorvoertuigen en naar spoorvoertuigcategorie;
5. de gemiddelde snelheden per spoorvoertuigcategorie, per traject, indien nodig per periode;
6. per spoor de spoorconstructie en de daarin voorkomende kunstwerken, overwegen, wissels, en eventuele andere bijzonderheden;
7. een overzicht van emissiekenmerken van spoorvoertuigen en spoorconstructies die niet behoren tot de spoorvoertuigcategorieën, zoals genoemd in paragraaf 1.2.

Deze gegevens zijn beschikbaar voor het jaar 1987 en voor ten minste de drie laatste jaren. Aangezien deze gegevens rechtstreeks moeten kunnen worden gebruikt voor akoestisch onderzoek, voldoen zij aan minimumeisen wat betreft nauwkeurigheid. Per hierboven bedoelde gegevenssoort zijn de minimumvereisten als volgt:

1. *Kaart*
De kaart legt een eenduidige koppeling tussen de gegevensverzameling, het spoortraject en de fysieke ligging.
2. *Sporen*
Begin en eind van elke spoor worden in meters nauwkeurig aangeduid. Bij een meersporig traject tevens een aanduiding om welk spoor het gaat. Voor wat betreft de ligging van de stations en haltes zijn begin en einde van de perrons aangegeven, alsmede de naam.
3. *Verkeersintensiteiten*
Het gebruik van het spoor wordt per spoor aangegeven, in eenheden per uur, af te ronden op 0,1 eenheid. De opgave geschiedt per spoorvoertuigcategorie zoals beschreven in hoofdstuk 1, over de dag, de avond en de nachtperiode.
4. *Snelheidsprofielen*
Per spoorvoertuigcategorie wordt aangegeven met welke snelheden het traject – gemiddeld – over het jaar bereden wordt. Daarbij wordt aangegeven waar de spoorvoertuigen bij normale uitvoering van de dienstregeling van hun remmen gebruik maken. Indien het nodig is meerdere snelheidsprofielen te gebruiken, wordt aangegeven welk aandeel van de spoorvoertuigen van welk profiel gebruik maakt (zie ook: verkeersintensiteiten). Snelheden worden afgerond op ten hoogste 5 km/h.
5. *Bovenbouw*
De ligging – begin en eind – van de in hoofdstuk 1 beschreven constructies wordt aangegeven met een nauwkeurigheid van 1 meter. In zeer complexe situaties (meerdere wissels over afstanden minder dan 100 meter) kan volstaan worden met het aangeven van het aantal onderbrekingen over de complexe situatie, in afhankelijkheid van het totaal aantal wissels.
Indien de ruwheid van het spoor afwijkt van het Nederlandse gemiddelde (zoals beschreven in tabel 3.6), wordt het begin en eind van de afwijking en de mate waarin dit optreedt aangegeven.
6. *Emissiekenmerken*
Als een nieuw type spoorvoertuig – elk spoorvoertuig dat niet kan worden ingedeeld in de elf categorieën zoals genoemd in paragraaf 1.2 – gebruik maakt van een gezoneerd spoor worden de emissiekenmerken bekend te zijn. Omdat de uitvoerder van het onderzoek verplicht is de resultaten aan de emissieregisterbeheerder op te sturen, kunnen deze in het register worden opgenomen.
7. *Schermen (niet verplicht)*
Indien de ligging van schermen in het emissieregister wordt opgenomen, dan dienen de volgende gegevens opgenomen te zijn:
 - begin en eind stand in meters
 - spoor waaraan scherm ligt

- aanduiding of scherm links of rechts staat
- hoogte in dm

8. *Hoogteligging*

De hoogteligging dient per minstens 100 meter spoor in dm boven NAP te zijn gegeven.

8. Toelichting reken- en meetvoorschrift

8.1 *Algemeen*

De belangrijkste wijziging van het onderdeel voor spoorverkeer is de actualisering van de emissie van geluid van hogesnelheidstreinen. Er is één set emissiekentallen opgenomen waarmee de emissie van geluid van alle hogesnelheidstreinen wordt beschreven. Er is onderzoek gedaan naar de emissie van het nieuwe materieel (V250) voor de HSL-Zuid. Bij dit onderzoek is ook de speciale bovenbouw (Rheda-spoor) betrokken.

Het overzicht van spoorvoertuigcategorieën is geactualiseerd. Voor de duidelijkheid is nu ook informatie opgenomen over het aantal rekeneenheden dat geldt voor een bepaald type trein.

In de bijlage is daarnaast een aantal wijzigingen doorgevoerd waarvoor eerder al onderzoek was uitgevoerd, zoals op het gebied van het effect van raildempers en van het effect van het (akoestisch) slijpen van de spoorstaven. Ook is een aantal fouten in formules verbeterd, onder andere de fouten die al in een erratum beschikbaar waren.

Ten slotte zijn wijzigingen doorgevoerd die er voor zorgen dat de methode zo goed mogelijk aansluit bij beschikbare informatie uit het register. Voorbeelden zijn de modellering van wissels en de geluidemissietoets voor stalen kunstwerken.

8.2 *Begrippen*

De in het artikel gedefinieerde etmaalperiode betreft hetzij de periode 07.00–19.00 uur (dag), de periode 19.00–23.00 uur (avond) dan wel de periode 23.00–07.00 uur (nacht).

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 blijkt de nu gehanteerde definitie beter de geluidemissie te beschrijven. Bij getrokken treinen worden de locomotief in de rijtuigen (in geval van personentreinen) of de wagens (in geval van goederentreinen) alle aangemerkt als eenheden. Bij treinstellen dienen alle samenstellende delen te 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, voor spoorwegen die niet op de geluidplafondkaart staan, zich op het maatgevende (dat wil zeggen het voor de geluidsbelasting bepalende) jaar en (in dat jaar) op het langtijdig equivalent geluidsniveau gedurende de dag-, de avond- en de nachtperiode. Het gemiddelde over deze drie perioden bepaalt de waarde van de geluidsbelasting in L_{den} . In de praktijk zal echter veelal voor een meer praktische benadering gekozen worden, die ook aansluit bij de bepaling van de geluidsbelasting 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 zulk een periode (het representatieve tijdvak) wordt het zogenoemde langtijdig equivalent geluidsniveau bepaald. Indien de ene dag ten aanzien van verkeersintensiteiten en verkeerssamenstelling niet significant verschilt van een andere dag, behoeft 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 geluidsbelasting 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) geluidsbelasting aanduidt. Dit zal slechts het geval zijn als niet alleen optimale aandacht wordt besteed aan de akoestische aspecten, zoals bodemdemping en reflectieinvloeden, 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 genomen, na enkele jaren onvoldoende effectief blijken te zijn, als de verkeersintensiteiten – en dus de geluidsbelastingen – hoger zijn dan aanvankelijk was geschat.

8.3 Spoorvoertuigcategorieën

In deze bijlage is bepaald dat al het verkeer onder dienstregelingnummer over een gezoneerd 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 van deze bijlage zijn deze vermeld als dB-waarden, terwijl in hoofdstuk 3 deze emissiekentallen zijn opgenomen voor de octaafbanden. Van een groot aantal in Nederland gebruikte types bovenbouw zijn eveneens de kenmerken beschikbaar en opgenomen in hoofdstuk 2 en 3 van deze bijlage. Bij inzet van nieuw materieel kan dit worden toegekend aan een bestaande spoorvoertuigcategorie. Hiervoor moeten metingen worden gedaan volgens procedure A uit de Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006. Indien 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 de 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.

8.4 Emissiegetallen (hoofdstuk 2 en 3)

De vaststelling van emissiegetallen vindt plaats per emissietraject, dat wil zeggen per spoorweggedeelte waarover de emissie van spoorvoertuiggeluid min of meer constant kan worden verondersteld. Voordat de emissiegetallen kunnen worden berekend, moet dus eerst de ligging van de emissietrajecten worden bepaald of anders geformuleerd: de plaatsen op de spoorweg waar de overgangen tussen de emissietrajecten liggen.

In principe liggen deze overgangen op plaatsen waar één 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, in geval van korte opeenvolging van emissietrajectovergangen, de afstand van 30 meter zoveel kleiner genomen worden als nodig. Voor berekeningen volgens de Standaardrekenmethode 1 worden de emissiegetallen bepaald over een lengte van vier maal de loodrechte afstand tussen het waarneempunt en de spoorweg; deze lengte is symmetrisch ten opzichte van de loodlijn van het waarneempunt op de spoorweg. Op deze wijze is voor het gehele spoorweggedeelte dat gelegen is binnen het aandachtsgebied dat voor deze rekenmethode is gedefinieerd, de emissie bekend.

Wordt de berekening uitgevoerd met behulp van de Standaardrekenmethode 2, dan is bepaling van emissiegetallen nodig over een twee maal zo grote lengte als boven omschreven.

Het emissiegetal per octaafband wordt berekend voor meerdere bronhoogten.

Vooraf voor het berekenen van afscherming is deze verfijning noodzakelijk. Wanneer spoorvoertuigen die uitgerust zijn 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 emissiegetal ter plaatse van stalen bruggen en andere niet in dit voorschrift genoemde kunstwerken en baanconstructies kan door middel van meting worden bepaald. Hierbij wordt de meetmethode volgens hoofdstuk 6 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 gerekend worden met de situatie van een baan met betonnen dwarsliggers ($b=1$ of $bb=1$).

De emissiegetallen voor dieselmaterieel en sommige elektrische locs bevatten niet het aandeel van de geluidsproductie bij acceleratie en stationair draaien. Omdat dit uitlaatgeluid en ventilatorgeluid hoog wordt geëmitteerd, dient te 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 worden gehouden. De huidige rekenmethode voorziet niet in het vaststellen van de geluidsbelasting in deze gevallen. Een methode zoals beschreven in de 'Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai' zal dan meer voor de hand liggen.

De emissieformules zijn geldig vanaf 40 km/h. Voor situaties waarbij de werkelijke snelheid lager is dan 40 km/h kan gerekend worden met de emissie horend bij 40 km/h, wat over het algemeen een lichte overschatting van de werkelijke emissie zal geven.

8.4.1 Effect van spoorstaafuwheidsbeheersing

Formule 3.3c kan worden gebruikt in situaties waarin structureel sprake is van een fors hogere spoorstaafuwheid dan het landelijk gemiddelde dat de basis is voor dit rekenvoorschrift. Deze formule is echter met name bedoeld om de mogelijkheid te bieden de geluidreducerende effecten van het onderhouden van het spoor in een toestand met extra lage spoorstaafuwheid in de berekening te verwerken. Deze bronmaatregel bestaat uit het eenmalig aanbrengen van de extra lage spoorstaafuwheid en het vervolgens onderhouden van dit lage ruwheidsniveau. Door inzet van speciale slijptreinen en slijptechnieken is dit mogelijk en men spreekt ook wel van 'akoestisch slijpen'. Essentieel is dat de spoorwegbeheerder dit speciale onderhoud naar behoren vorm geeft. Belangrijk onderdeel daarbij is een jaarlijkse controle van het ruwheidsniveau van de sporen. Deze monitoring kan de spoorwegbeheerder vorm geven door handmetingen te laten uitvoeren, maar ook meetsystemen vanaf spoorvoertuigen zijn hiervoor wellicht geschikt.

8.4.2 Toeslag voor kunstwerken

Het is mogelijk het rolgeluid afkomstig van het spoor op een kunstwerk te bepalen op dezelfde wijze als omschreven in TR procedure C. Er wordt een spoorwegoverdracht bepaald die de geluidskarakteristiek van het kunstwerk bevat. Dit kan de toeslagwaarden uit de tabellen in de hoofdstukken 2 en 3 vervangen.

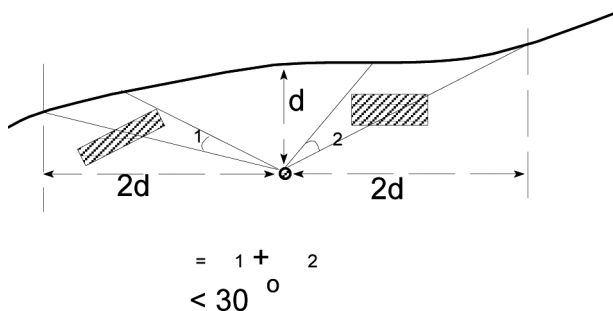
8.5 Standaardrekenmethode 1 (hoofdstuk 4)

Geometrische definiëring van de situatie

Aan de Standaardrekenmethode 1 ligt ten grondslag dat de spoorweg over een bepaalde afstand bij benadering recht moet zijn. De toetsing ten aanzien van het recht zijn van de spoorweg is gedemonstreerd in *figuur 4.1*. De modellering van de situatie houdt in dat de rekenmethode niet toepasbaar is in de gevallen waarin de as van de werkelijke spoorweg een der gearceerde gebieden van *figuur 4.1* doorsnijdt. In zulke gevallen kan het rekenschema wel vaak als indicatieve methode worden gebruikt. Voor de beoordeling van bepaalde eigenschappen wordt in het model alleen het (belangrijkste) spoorweggedeelte tussen de begrenzingslijnen beschouwd. De gehele spoorweg wordt echter in rekening gebracht.

Geluidafschermende objecten

De Standaardrekenmethode 1 is gebaseerd op grotendeels vrij zicht vanuit de waarnemer (het punt waarin het L_{Aeq} wordt bepaald) op de spoorweg. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat de som van alle hoeken waarover obstakels het zicht van de waarnemer op het spoorwegverkeer belemmeren niet groter is dan 30° . Een en ander is geïllustreerd in *figuur 4.1*. Het bovenstaande geeft tevens het toepassingsbereik van de rekenmethode aan met betrekking tot obstakels tussen spoorweg en waarnemer. Voorbeelden van geluidafschermende objecten zijn: gebouwen, schermen, wallen en het oplopend talud langs verdiept gelegen spoorbanen. Voor spoorbanen in ophoging geldt ook het grondlichaam als afscherming voor het geluid in neerwaartse richting. De Standaardrekenmethode 1 is derhalve niet geldig voor waarneempunten gelegen lager dan de bovenkant van de spoorstaven. Voor lage waarneempunten kan met de methode een (overschatte) indicatie van het werkelijke L_{Aeq} worden verkregen.



Figuur 8.1 Horizontale projectie van het aandachtsgebied ter illustratie van het toepassingscriterium voor de afscherming

Emissievariatie

De Standaardrekenmethode 1 gaat ervan uit dat de spoorweg tussen de begrenzingslijnen geen al te grote variaties vertoont ten aanzien van de emissie.

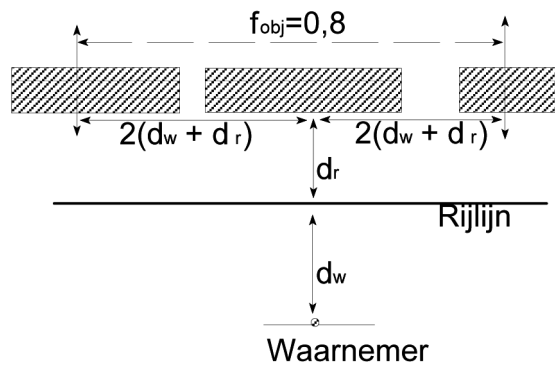
Afstandscriterium

Het criterium dat de afstand tussen waarneempunt en as van het spoor ten minste anderhalf maal de afstand tussen de buitenste spoorstaven moet bedragen, is gesteld omdat in dat geval de uit meer dan één spoor bestaande spoorwegen kunnen worden gemodelleerd als één rijlijn gelegen ter plaatse van de as van het spoor. Als niet aan het criterium kan worden voldaan wordt de berekening uitgevoerd per spoor (of combinatie van sporen die wel aan het criterium voldoen), waarna de afzonderlijke uitkomsten energetisch worden gesommeerd.

Reflectieterm

De reflectieterm $C_{reflectie}$ brengt de geluidsniveauperhoging in rekening als gevolg van reflecties van het geluid tegen akoestisch harde oppervlakken langs en aan de overzijde van de spoorweg. Akoestisch harde oppervlakken zijn bijvoorbeeld gevels, muren en niet geluidsabsorberende schermen. $C_{reflectie}$ wordt bepaald door de parameters d_r , d_w en f_{obj} die in figuur 8.2 met een voorbeeld worden toegelicht. In dit voorbeeld is de objectfractie f_{obj} gelijk aan 0,8, waaruit voor de reflectieterm de waarde van 0,8 dB volgt.

Voor reflecterende vlakken die niet geheel evenwijdig aan de spoorweg staan (afwijkingen $> 20^\circ$) kan de rekenmethode ook worden toegepast. $C_{reflectie}$ wordt dan enigszins overschat.



Figuur 8.2 Voorbeeld van de vaststelling van de parameters bij de berekening van de reflectieterm $C_{reflectie}$. Uit de horizontale projectie blijkt dat $d_r < 4d_w$ zodat de reflectieterm bij het L_{aeq} in rekening moet worden gebracht.

Afstandsterm

Naarmate de afstand tot de geluidsbron groter is wordt de door de bron in een bepaalde richting uitgestraalde geluidsenergie over een groter oppervlakte verdeeld en het geluidsniveau dus lager. De afstandsfactor $D_{afstand}$ brengt dit effect in rekening voor een lijnbron.

Verzwakkingsterm ten gevolge van de luchtabsorptie

De formule waarmee de luchtdemping wordt berekend, is geldig voor afstanden tot circa 1000 meter tot de as van de spoorweg.

Verzwakkingsterm ten gevolge van het bodemeffect

Voor de bepaling van B is het van belang erop te wijzen dat slechts niet verharde grond (grasland, landbouwgrond, bosgrond, enz.), in tegenstelling tot wateroppervlakten, asfalt, beton, klinkers, trottoirtegels, enz.) al of niet begroeid bijdraagt aan de bodemverzwakking. In bepaalde configuraties is het mogelijk dat de bodemverzwakking D_{bodem} negatief wordt.

8.6 Standaardrekenmethode 2 (hoofdstuk 5)

Algemeen

Het toepassingsgebied van de Standaardrekenmethode 2 is ruimer dan dat van de Standaardrekenmethode 1 en de meetmethoden, gegeven in hoofdstuk 6. Deze methode dient dan ook te worden

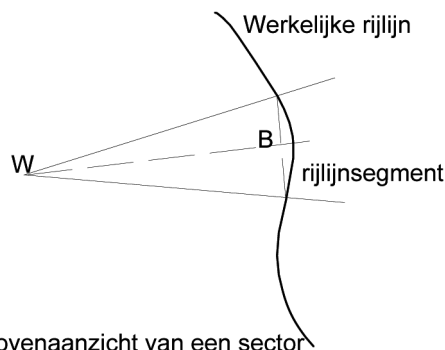
toegepast in de gevallen waarin de andere methoden onvoldoende leiden tot een voor de betreffende situatie representatief equivalent geluidsniveau. Omdat het onmogelijk is om in dit besluit een methode te geven die in alle gevallen toepasbaar is, wordt per onderdeel van de rekenmethode aangegeven onder welke omstandigheden nader onderzoek op dat onderdeel noodzakelijk is. Uitvoerenden van nader onderzoek worden geacht een grote mate van deskundigheid te bezitten, terwijl aan de rapportage hoge eisen worden gesteld, zie bijlage I bij het Reken- en meet voorschrift geluid 2012.

Het overdrachtsmodel dat in de Standaardrekenmethode 2 wordt gehanteerd, met name het gedeelte betreffende 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 emissiegetallen per emissietraject, gespecificeerd per octaafband, worden als bekend verondersteld. De geometrische invoergegevens zullen veelal afkomstig zijn van goed gedetailleerd kaartmateriaal (horizontale projectie en verticale doorsneden van de relevante objecten). Terwille 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, enzovoort). Dit maakt de invoer van gegevens een bezigheid die een zeker akoestisch inzicht vereist. Met name in complexe akoestische situaties dient bij de rapportage zowel het oorspronkelijk kaartmateriaal als de geschematiseerd ingevoerde geometrie toegevoegd te worden.

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 rijlijnsegment) is, gelokaliseerd gedacht in één punt, hier het bronpunt genoemd.



Bovenaanzicht van een sector

Figuur 8.3 Illustratie bij het begrip rijlijnsegment.

De Hoofdformule

De gegeven formules 5.1a en 5.1b zijn afgeleid uit de definitie van het equivalente geluidsniveau L_{Aeq} die luidt:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (8.1)$$

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 geluidsdruk (in Pa) en p_0 de referentiegeluidsdruk van 20 μ Pa is.

De constante van -58,6 hierin is het gevolg van het feit dat:

- de emissieterm L_E het geluidvermogen per kilometer representeert i.p.v. per meter;
- de openingshoek in de geometrische uitbreidingsterm (Φ) in graden is i.p.v. in radialen;
- de constante $1/4 \pi$ ontbreekt in de geometrische uitbreidingsterm.

Dit leidt tot een term $+10 \lg (1/1000) \cdot (\pi/180) \cdot (1/4 \pi) = -58,6 \text{ dB}$.

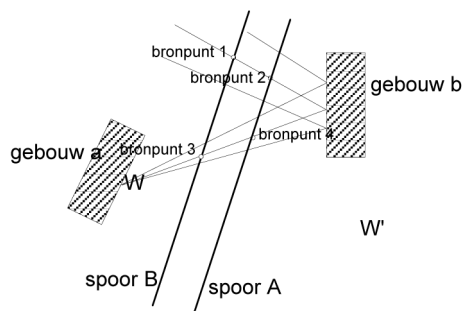
In de Wet geluidhinder zijn drie intervallen gespecificeerd, te weten de dagperiode lopende van 07.00–23.00 uur, de avondperiode lopende van 19.00–23.00 uur en de nachtperiode lopend van 23.00–07.00 uur. Alle termen in het rechterlid van formule 1b zijn voorzien van één of meer van de indices i , j , of n , omdat de berekening hier slechts 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 t/m N) beschrijft de (energetische) superpositie van de afzonderlijke bijdragen van de rijlijnen. De sommaties over de indices i (van 1 t/m I) en j (van 1 t/m 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 emissiegetal) sector-grensvlakken gelegd moeten worden. De totale openingshoek van het waarneempunt kan twee waarden hebben, te weten:

- 180 graden indien het L_{Aeq} dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel, of
- 360 graden indien het L_{Aeq} dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting op een geluidsgevoelig terrein.

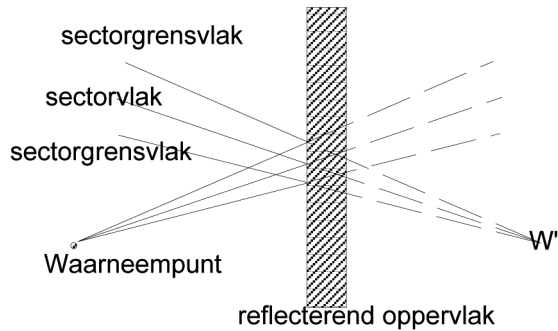
Reflecties

In figuur 8.4 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 schijnbaar bij het waarneempunt W' dat het spiegelbeeld is van het werkelijke waarneempunt W .



Figuur 8.4 De constructie van een sector na reflectie.

In figuur 8.5 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 reflecterende oppervlakken die een hoek van 5° of meer met de verticaal maken, staat niet *a priori* vast of het gereflecteerde geluid het waarneempunt bereikt. Een nader onderzoek is in dit geval vereist om aan te tonen in welke mate geluidsreflecties het L_{Aeq} van de betreffende sector beïnvloeden. De bijdrage van reflecterende oppervlakken die met de verticaal een grotere hoek maken dan 30° en het geluid opwaarts weerkaatsen (schuine daken en dergelijke) kunnen worden verwaarloosd, zodat nader onderzoek in dat geval overbodig is. Bij oneffenheden van het reflecterend oppervlak moet bij gevels gedacht worden aan balkons, galerijen, trappenhuisen 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 de geluidsbelasting van de gevel moet worden vastgesteld), is bovenstaande uiteraard niet van toepassing op het waarneempunt.



Figuur 8.5 Voorbeeld van een sector die door een reflectie tweemaal een spoorweg snijdt.

In feite wordt het oppervlak van een object per sector benaderd door een plat vlak. Als deze benadering géén goede beschrijving van de werkelijke situatie is, kan in veel gevallen het verdelen van het oppervlak over meerdere sectoren met een kleinere openingshoek de oplossing zijn. Is dit niet het geval dan is nader onderzoek vereist, bijvoorbeeld in de vorm van praktijk- of schaalmodelmetingen.

De overdrachtdemping L_{OD}

Luchtdemping D_L

De gegeven waarden van δ_{lucht} zijn afgeleid uit het tertsbandspectrum ISO-DIS 3891 bij 10° C en 80% relatieve vochtigheid. Met name bij de hoge frequentiebanden is enige compensatie geïntroduceerd voor het sterk dispersieve karakter van de absorptie.

Bodemdemping DB

De indeling in drie bodemgebieden 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, tevens in het tussenliggende gebied. Elk van die gebieden kan een andere bodemgesteldheid hebben, zodat bij de berekening drie verschillende absorptiefractionen benodigd zijn.

Onder akoestisch hard worden hier verstaan: klinkers, asfalt en andere wegverhardingen, wateroppervlakken en dergelijke. Niet akoestisch hard zijn: grasland, landbouwgrond met en zonder gewas, zandvlakten, grond onder vegetatie enz.

De schermwerking L_{sw}

Aangezien 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 isolatie 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, ten aanzien van schermen, muren en soortgelijke objecten moet gelden dat de massa per eenheid van oppervlakte tenminste 10kg/m² bedraagt en er zich geen grote kieren of opening en ('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 dit voorschrift 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 dit voorschrift 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 reeds uitgevoerde onderzoeken, bijvoorbeeld schaalmodel onderzoek, aan soortgelijke schermen in vergelijkbare omstandigheden.

In elk geval dient nader onderzoek plaats te vinden bij toepassing van een reflecterend geluidsscherm, waarbij wordt afgeweken van formule 5.2. De benadering van de werkelijke schermhoogte door een effectieve schermhoogte volgens formule 5.2 is een conservatieve benadering; onderzoek van een aantal situaties heeft dit aangetoond.

De spoor specifieke absorptie

Het in paragraaf 5.7 opgenomen spoorverkeersspectrum ter bepaling van de spoor specifieke absorptie is gebaseerd op de aanwezigheid van ten minste 50% goederenverkeer (meer laag frequent geluid). Voor situaties met minder goederenverkeer is de feitelijke spoorstaafspecifieke absorptie meestal groter en zal het resultaat wat verkregen wordt door gebruik te maken van het opgegeven spectrum aan de veilige kant zitten.

De spoor specifieke geluidisolatie

De geluidisolatie van zwaardere bouwmaterialen zoals beton en steen alsmede 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 meter schermhoogte) en bij waarneempunten zeer dicht achter het scherm (tot 10 meter) is voorzichtigheid geboden.

Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau

Voor een nauwkeurige bepaling van het equivalente geluidsniveau binnen woningen is het gewenst dat met 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 reeds verdisconteerd. Het verdient in alle gevallen aanbeveling om naast het equivalente geluidsniveau in dB ook het octaafbandspectrum te vermelden bij de rapportage.

8.7 Meetmethode (hoofdstuk 6)

Bepaling overdrachtsverzwakking

De in hoofdstuk 6 beschreven meetmethoden dienen voor het bepalen van de overdrachtsverzwakking en voor het bepalen van de brugtoeslag.

De methoden hebben een hybride karakter, dat wil zeggen dat de bepaling van het equivalente geluidsniveau plaatsvindt door een combinatie van een meting en een berekening. De berekening wordt uitgevoerd voor een punt dat zodanig wordt gekozen dat de Standaardrekenmethode 1 (SRM 1) kan worden gebruikt. Het meetgedeelte van de methode bestaat uit een bepaling van het verschil in de geluidsoverdracht tussen het referentiepunt en het werkelijke meetpunt. Dit laatste gebeurt door over een aantal treinpassages het gemiddelde verschil in het sound exposure level L_{AE} te meten. Het equivalente geluidsniveau ter plaatse van het meetpunt volgt dan uit formule 6.1; het is gelijk aan het L_{Aeq} op het referentiepunt $L_{Aeq,ref}$ verminderd met het gemeten overdrachtsverschil ΔL_{AE} .

Het voordeel van deze methode is dat tijdens de meting geen tellingen van het aantal passerende spoorvoertuigen hoeft plaats te vinden, noch dat snelheidsmetingen behoeven te worden uitgevoerd. De methode is ook onafhankelijk van variaties in de bovenbouwconstructie; het is zelfs mogelijk het L_{Aeq} te bepalen langs baangedeelten waarvan de bovenbouw onbekend is. De gegevens voor het aandachtsgebied van het referentiepunt moeten natuurlijk wel bekend zijn.

In principe is er geen beperking aan de langs de spoorweg gemeten afstand tussen de beide meetpunten (de afstand $M_{ref} - M'$ in de tekening). Als er echter tijdens de gemeten passages verandering in het rijgedrag langs dit traject optreden (snelheidsverloop, remmen) dan dient deze verandering min of meer overeen te komen met het normale rijgedrag ter plaatse.

Methode kunstwerktoeslag

Toepassing van de methode voor meting en modellering van bruggen

De methode kan gebruikt worden voor stalen bruggen met eventuele geluidschermen of geluidafschermende delen, onder de aanname dat het geluidscherm alleen effect heeft op het rolgeluid (de dipoolbronnen). Ook kan de methode gebruikt worden om het effect van de plaatsing van een geluidscherm te bepalen. Wel is voorzichtigheid geboden bij toepassing van hoge schermen (hoger dan 4 meter), 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 betreffende bovenbouwcorrectie. Deze werkwijze mag worden toegepast in situaties met geluidschermen of afschermende delen met een hoogte tot 2 meter boven de bovenkant van de spoorstaven. Bij

toepassing van schermen hoger dan 2 meter op een betonnen kunstwerk is de methode voor meting en modellering van bruggen bruikbaar, waarbij een vlak brugbijdragefilter van 0 dB¹ voor alle octaafbanden dient te 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 dan wel de ballast) maatgevend. Voor bruggen korter dan 10 meter behoeft 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 TR paragraaf 2.4 en 2.4.6.) 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 bruggdelen 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 emissiegetallen 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 geluidsniveaus in de omgeving van de brug zo goed mogelijk overeenkomen met de werkelijk waar te nemen niveaus;
2. Het slijpen van de spoorstaven op de brug als geluidreducerende maatregel meegenomen worden; in dit geval dient ook bij de meetdoorsnede op de brug de spoorstaafruwheid bepaald te worden volgens NEN-EN-ISO 3095:2005.

Methode voor bijzondere situaties

In bijzondere situaties (zoals wachtsporen of complexe stationssituaties) of voor het rechtstreeks bepalen van een equivalente geluidsbelasting zijn de hier beschreven methoden niet geheel toereikend. In het eerste geval kan de methode volgens de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai uitkomst bieden. In het tweede geval zal door een akoestisch deskundige een meetplan opgesteld moeten worden, opdat een voldoende representatief resultaat kan worden bereikt.

Apparatuur

Het genoemde instrumentarium is een 'minimumpakket'. In de praktijk zal blijken dat afhankelijk van de aard en de frequentie van de metingen meer apparatuur is benodigd om de uitvoering van de metingen te vergemakkelijken. In de meetpraktijk wordt al vaak gebruik gemaakt van de mogelijkheid het microfoonsignaal vast te leggen op magneetband en verwerking te laten plaatsvinden in het laboratorium. De gebruikte bandrecorder en het bandmateriaal moeten qua dynamisch bereik, frequentiekenarakteristiek en vervormingseigenschappen zodanig zijn dat de instrumentatieketen met bandrecorder gelijkwaardig is aan een instrumentatieketen waarbij ter plaatse het microfoonsignaal wordt geanalyseerd. Naast een opname van de akoestische ijkbron, is een elektrische calibratie ter controle van de frequentiekenarakteristiek van het bandmateriaal aan te raden. De resultaten hiervan dienen, indien beschikbaar, bij de rapportage te worden vermeld evenals het gebruikte type bandrecorder en bandmateriaal.

De meetplaats

Omdat op het meetpunt de geluidsbelasting worden berekend met de Standaardrekenmethode 1 spreekt het voor zich dat bij de keuze van dit punt de toepassingsvoorwaarden voor deze rekenmethode in acht moeten worden genomen. De voorkeursafstand van 25 meter hangt samen met het feit dat op die afstand de rekenmethode het meest nauwkeurig is en bovendien de minste problemen met stoorgeluid behoeven te worden verwacht.

¹ Hiernaar dient nader onderzoek verricht te worden. Dit brugbijdragespectrum zal in het algemeen tot conservatieve resultaten leiden.



Op de omschreven manier wordt het equivalente geluidsniveau bepaald op een punt in het gevelvlak veroorzaakt door het op het gevelvlak invallend geluidsveld.

Onder normale toestand wordt verstaan de toestand van de meetplaats zonder dat metingen worden verricht. De meetapparatuur moet dus zodanig worden opgesteld dat geen ongewenste reflecties worden veroorzaakt. Tot geparkeerde personenauto's wordt een minimale afstand van vijf meter aangehouden; voor vrachtwagens is dit tien meter. Als metingen voor een gevel worden uitgevoerd zijn de ramen in de nabijheid van de microfoon gesloten.

In de meeste gevallen kan met een statief worden gewerkt, waarmee aan de gestelde voorwaarden eenvoudig kan worden voldaan. Bij uitzondering kan worden gewerkt met een 'hengel' of een kabelbevestiging.

Voor condensatormicrofoons met een diameter van een halve inch of minder is deze eis minder kritisch, maar omwille van de eenduidigheid blijft ze ook hier gehandhaafd.

De meetprocedure

Vanwege het feit dat de geluidsoverdracht frequentieafhankelijk is, is ook de verdeling van het geëmitteerde geluidsvermogen over de verschillende octaafbanden van belang. Deze zogenaamde spectrale verdeling dient daarom tijdens de metingen ongeveer overeen te komen met de normaal ter plaatse voorkomende verdeling. De keuze van de materiaalsoorten waaraan de meting wordt verricht, is daarom min of meer representatief te zijn voor de normale (= jaargemiddelde) dienstregeling. Deze voorwaarde is echter niet zo kritisch; significante fouten kunnen bijvoorbeeld optreden als gemeten wordt aan een lichte materieelsoort (sprinters), terwijl het nachtelijk goederenvervoer maatgevend is.

De invloed van andere geluiden dan van het spoorverkeer op het betreffende spoorweggedeelte (de stoorgeluiden) veroorzaken dat een hoger geluidsniveau wordt gemeten dan het immissieniveau van het te meten spoorverkeer. Stoorgeluiden kunnen onder andere worden veroorzaakt door: industrieën, wegverkeer, windgeruis langs de microfoon, vogels, spelende kinderen etc. Als wordt gemeten in het vlak van een nog niet bestaande gevel is ook het geluid dat door het geplande gebouw zal worden afgeschermd stoorgeluid. Het onderkennen van stoorgeluiden en het schatten van de sterkte ervan in verhouding tot de sterkte van het te meten spoorwegverkeerslawaai zijn zaken die meestal op het gehoor moeten geschieden en dus een zekere ervaring van de meettechnicus zullen eisen.

Bij de rapportage van iedere meting dient een beschouwing te zijn over het waargenomen stoorgeluid tijdens de meting. Deze dient te bestaan uit een beschrijving van de stoorgeluidbronnen (aard en locatie) en een (vaak subjectieve) indicatie van de invloed ervan op het meetresultaat.

Op relatief grote afstanden van de spoorweg en met name in geval van afscherming wordt de invloed van windfluctuaties op het meetresultaat zo groot dat één meting een onvoldoende representatief beeld van de geluidssituatie geeft. Meerdere metingen zijn dan noodzakelijk. Indien mogelijk moeten de metingen onder andere weersomstandigheden (binnen het meteoraam) worden uitgevoerd. Als grote verschillen (groter dan 6 dB) optreden wordt aangeraden een extra meting bij lage windsnelheden uit te voeren.

8.8 Gebruik emissieregister (hoofdstuk 7)

De uitvoerder van het akoestisch onderzoek gaat in principe voor gegevens omtrent ligging en gebruik van de spoorweg uit van het emissieregister. Voor wat betreft de verkeersintensiteiten bevat het register de gegevens uit het peiljaar 1987. Ten einde een 'wijziging van een spoorweg' te kunnen toetsen aan het wettelijke intensiteitscriterium dat uitgaat van het gemiddelde over de laatste drie jaar dienen tevens de drie meest recente jaren in het register te worden opgenomen.

Van de akoestische onderzoeker wordt verwacht dat hij alle door hem verzamelde gegevens, ook die uit het emissieregister, kritisch beoordeelt op kwaliteit en betrouwbaarheid. Bij onduidelijkheden, twijfel over de juistheid van de gegevens of onvoldoende gegevens (bij bijvoorbeeld zeer complexe situaties) dient de akoestisch onderzoeker met de emissieregisterbeheerder in contact te treden. Hierbij wordt de doelmatigheid niet uit het oog verloren: het verzamelen en bijhouden van de gegevens kost een hoeveelheid inspanning, die exponentieel kan toenemen indien er te grote eisen aan worden gesteld.



BIJLAGE V BEHORENDE BIJ HOOFDSTUK 5 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

Het rekenen ten behoeve van geluidproductieplafonds

1. Regels voor het berekenen van de geluidproductie op referentiepunten

1.1 Beschrijving van de bron

1.1.1 Bronregisterlijnen

1.1.1.1 Voor wegen

Voor rijkswegen wordt gebruik gemaakt van ten minste één bronregisterlijn per rijbaan. Indien wordt uitgegaan van één bronregisterlijn ligt deze in het midden van de rijbaan en bevat de horizontale positie en de hoogteligging. Indien uitgegaan wordt van meer bronregisterlijnen, liggen deze op een positie die representatief is voor de rijstroken waarop zij betrekking hebben. Bij verbindingen (o.a. klaverbladen), parallelrijbanen van autosnelwegen en op- en afritten ligt een extra bronregisterlijn op de rijbaan die fysiek gescheiden is van de hoofdrijbaan.

1.1.1.2 Voor spoorwegen

Voor spoorwegen wordt gebruik gemaakt van één bronregisterlijn per spoor. Deze bronregisterlijn ligt in het midden van dat spoor en bevat de horizontale positie en hoogteligging.

1.1.2 Verkeersgegevens

1.1.2.1 Algemeen

De verkeersgegevens bestaan uit de verkeersintensiteit en de snelheid zoals deze zijn gedefinieerd in artikel 2.1 van bijlage III en artikel 1.1 van bijlage IV bij het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

De verkeersgegevens worden gekoppeld aan de bronregisterlijnen.

Tijdelijke snelheidsverlagingen vanwege bijvoorbeeld werkzaamheden worden niet meegenomen in berekeningen van de geluidproductie.

1.1.3 Correcties op de geluidsemissie

1.1.3.1 Voor wegen

Correcties voor de emissieverhoging ten gevolge van een weghelling en ten gevolge van optrektoeslagen in de omgeving van kruispunten en snelheidsbeperkende obstakels worden niet toegepast.

1.1.3.2 Voor spoorwegen

De brugemissietoeslag voor stalen kunstwerken is gebaseerd op een volgens bijlage IV bepaalde waarde. Als een dergelijke waarde niet voorhanden is, is de brugemissietoeslag als volgt 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;
- f. ingegoten spoorstaaf (stille brugontwerp): toeslag gelijk aan voegloos ballast-spoor met houten dwarsliggers.

Deze toeslagen gelden voor alle spoorvoertuigcategorieën en voor elke oktaafband.

Voor een betonnen brug kan de volgende modellering gebruikt:

1. Betonnen kunstwerken korter dan 50 meter 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 meter wordt de constructie en bovenbouwcorrectie gebruikt die hoort bij het type kunstwerk. Een opstaande rand wordt gemodelleerd als (een enkel stomp) scherm op 2,5 meter ten opzichte van het buitenste spoor op het kunstwerk.
3. In afwijking van bijlage IV van deze regeling, paragraaf 5.3.9, worden schermen die hoger zijn dan

2 meter gemodelleerd met de werkelijke hoogte zonder dat nader akoestisch onderzoek vereist is.

1.2 Beschrijving van de overdracht

1.2.1 Sectorhoek

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

1.2.2 Reflecties

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van maximaal 1 reflectie per overdrachtspad.

1.2.3 Afscherming

1.2.3.1 Voor wegen

Geluidschermen en geluidwallen worden bij wegen als volgt gemodelleerd:

- Bij schermen die aan de zijde van de weg akoestisch hard (reflecterend) zijn en waarvan het reflecterende oppervlak loodrecht, of onder een helling die kleiner is dan 5 graden, op het aardoppervlak staat, geldt voor alle octaafbanden $\delta_{refl} = 1$ dB.
- Bij geluidwallen en bij schermen die aan de zijde van de weg akoestisch absorberend zijn of schermen die onder een helling van meer dan 5 graden op het aardoppervlak staan en waarvan uit nader onderzoek is gebleken dat deze als absorberend kunnen worden beschouwd, wordt geen reflectiebijdrage in rekening gebracht.
- Voor schermen die opgebouwd zijn uit verschillende onderdelen, geldt per octaafband $\delta_{refl} = -10 \lg[0.8 \cdot (1 - S_f)]$, waarin S_f het deel van het oppervlak van het scherm is dat onder onderdeel b valt.

1.2.3.2 Voor spoorwegen

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 door het plaatsen van absorberende geluidschermen met een hoogte van 100 meter boven bovenkant spoor, op de locatie(s) van de zijwanden van de overkapping. Van een overkapping zonder dichte zijwanden wordt geen afschermende werking in rekening gebracht.

1.2.4 Bodemdemping

1.2.4.1 Voor wegen

Behoudens de verharding van de weg wordt, voor het bepalen van de bodemdemping van wegen, 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 III bij deze regeling.

1.2.4.2 Voor spoorwegen

Voor het bepalen van de bodemdemping van spoorwegen wordt uitgegaan van een akoestisch zachte bodem.

1.2.5 Bepaling gemiddelde maaiveldhoogte

In afwijking van de methodiek uit de bijlagen III en IV bij deze regeling, waarbij de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied en het ontvangergebied per sectorhoek wordt bepaald, mag ten behoeve van het berekenen van geluidproductieplafonds een meer generalistische methode worden gebruikt, waarin de variatie in de maaiveldhoogte wordt meegenomen.

1.2.6 Modellerings talud

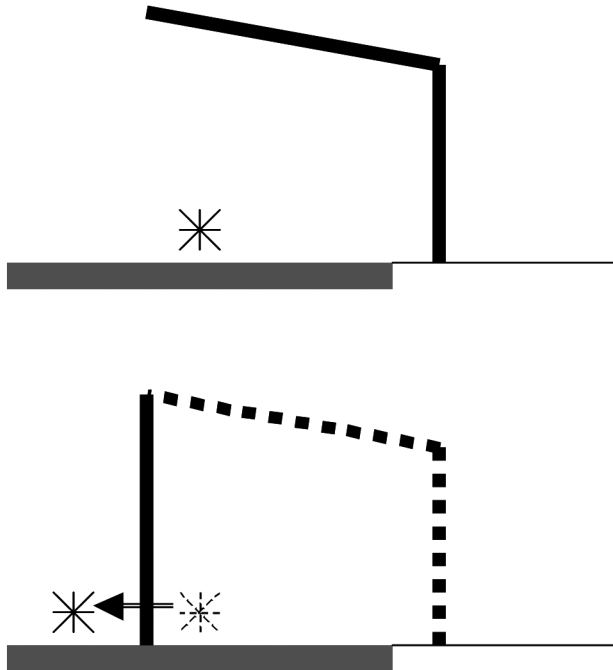
Ten behoeve van het berekenen van geluidproductieplafonds mag een vereenvoudigde modellering van het talud toegepast worden.

1.2.7 Tunnels

Bij ingangen en uitgangen van tunnels mag het afschermend effect van de tunnelwanden worden verwaarloosd.

1.2.8 Gekromde schermen en luifels

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, gezien 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. Regels voor de eerste geluidproductieplafonds voor bestaande wegen en spoorwegen

Voor de totstandkoming van de eerste geluidproductieplafonds voor bestaande wegen en spoorwegen staan bijzondere bepalingen in de Wet milieubeheer. Bij de berekening van de geluidproductie ten behoeve van de vaststelling van deze geluidproductieplafonds zijn, naast de regels uit hoofdstuk 1 van deze bijlage, ook de in dit hoofdstuk opgenomen nadere regels van toepassing.

2.1 Op basis van artikel 11.45, eerste lid, Wet milieubeheer

2.1.1 Voor wegen

Bij het berekenen van de geluidproductie voor de vaststelling van het geluidproductieplafond, bedoeld in artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer worden de volgende gegevens als brongegevens voor wegen gehanteerd:

1. De verkeersgegevens op basis van het kalenderjaar 2008. Als de gegevens van dit jaar niet voorhanden zijn, worden gegevens gehanteerd op basis van het kalenderjaar dat er het dichtst bij ligt en waarvoor gegevens welvoorhanden zijn;
2. Voor de ligging van de bronregisterlijnen, het type wegdek, afscherpende objecten: de situatie op 31 december 2008 dan wel de situatie op basis van de meeste recente gegevens voor het moment van inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer;
3. Een plafondcorrectiewaarde van 1,5;
4. Voor zover het betreft een weg die is aangewezen op grond van artikel 11.45, vierde lid, van de Wet milieubeheer, wordt in afwijking van onderdeel 2, uitgegaan van het type wegdek zoals aangegeven in artikel 38, vierde lid, van het Besluit geluid milieubeheer.

De basis voor bovenstaande gegevens zijn historische registraties van Rijkswaterstaat onder andere op basis van tellussen in de weg.

Tijdelijke situaties, bijvoorbeeld in verband met wegwerkzaamheden, worden niet in de gegevens verwerkt.

2.1.2 Voor spoorwegen

Bij het berekenen van de geluidproductie voor de vaststelling van het geluidproductieplafond, bedoeld in artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer worden de volgende gegevens als brongegevens voor spoorwegen gehanteerd:

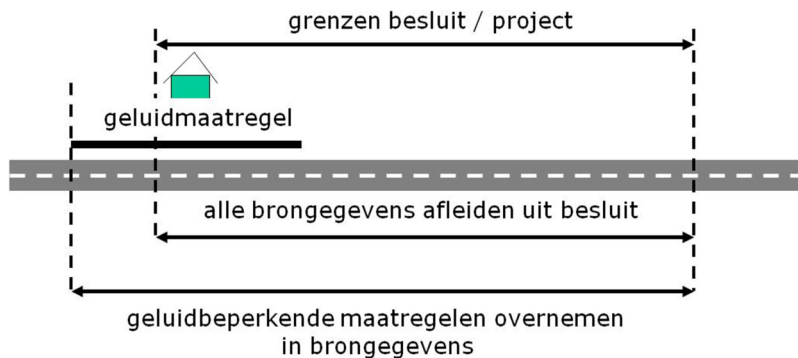
1. De verkeersintensiteit op basis van het gemiddelde per spoorweggedeelte over de jaren 2006, 2007 en 2008. Als gegevens van één of meer van deze jaren niet beschikbaar zijn, wordt het gemiddelde bepaald over de overige jaren. Als gegevens voor alle drie de jaren niet beschikbaar zijn, worden gegevens gehanteerd op basis van het kalenderjaar dat er het dichtst bij 2008 ligt en waarvoor gegevens wel voorhanden zijn;
2. Voor de ligging van de bronregisterlijnen, de bovenbouwconstructie, afscherpende objecten en de ligging van stations: de situatie op 31 december 2008 dan wel de situatie op basis van de meeste recente gegevens voor het moment van inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer waarbij raildempers die vooruitlopend op de uitvoering van afdeling 11.3.6 van de Wet milieubeheer zijn aangebracht, niet worden meegenomen;
3. Een plafondcorrectiewaarde van 1,5 dB.

De basis voor bovenstaande gegevens zijn de gegevens zoals die zijn gepubliceerd in het emissieregister, waarbij fouten zoveel mogelijk zijn hersteld. Middeling van de verkeersintensiteiten geschiedt lineair per kilometerinterval, etmaalperiode, spoorvoertuigtype, snelheidsprofieltype, richting en eventueel spoor. Bij de berekening wordt rekening gehouden met 'doorgaande' en 'stoppende' treinen, gerelateerd aan de 'invloedssfeer' van een station. Deze 'invloedssfeer' van een station loopt tot halverwege de afstand naar het volgende station.

Tijdelijke situaties, bijvoorbeeld door spoorwegwerkzaamheden, worden niet in de gegevens verwerkt.

2.2 Op basis van artikel 11.45, tweede lid, Wet milieubeheer

Bij het bepalen van de geluidproductieplafonds, bedoeld in artikel 11.45, tweede lid, van de Wet milieubeheer, wordt naast de uit het betrokken besluit afgeleide brongegevens, voor zover relevant, tevens uitgegaan van in aanvulling op het betrokken besluit getroffen of te treffen geluidreducerende maatregelen en betrekking hebbende overeenkomsten of toezeggingen. De brongegevens worden op deze wijze bepaald voor het weg- of spoorweggedeelte dat ten minste het tracé omvat waarop het besluit direct betrekking heeft. Als de fysieke grenzen van de geluidbeperkende maatregelen uit of in aanvulling op het besluit daarbuiten doorlopen, worden die ook buiten de grenzen van het besluit, opgenomen in de brongegevens behorende bij de geluidproductieplafonds. Dit is in onderstaande figuur weergegeven.



Bij het ontbreken van gegevens voor de dag- en/of de avondperiode worden deze verkeersintensiteiten aangevuld, waarbij gebruik wordt gemaakt van de verhouding tussen de verkeersintensiteit in de dag-, avond- en nachtperiode zoals die in 2008 was.

2.3 Op basis van artikel 11.45, derde lid, Wet milieubeheer

De brongegevens voor een geluidproductieplafond dat is vastgesteld op grond van artikel 11.45, derde lid, van de Wet milieubeheer zijn gelijk aan de brongegevens die voor spoorwegen worden gehanteerd voor bepaling van het geluidproductieplafond op grond van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer.

3. Regels voor berekening geluidproductie voor het jaarlijks verslag

Bij het opstellen van het verslag, bedoeld in artikel 11.22 van de Wet milieubeheer, wordt de geluidproductie voor het betreffende kalenderjaar en de vergelijking met het geldende geluidproductieplafond berekend op basis van:

- a. de voor dat kalenderjaar representatief te achten verkeersgegevens;
- b. de afschermende objecten die op de laatste dag van het kalenderjaar zijn opgenomen in het register voor zover deze daadwerkelijk aanwezig zijn;
- c. de laatste dag van het betreffende kalenderjaar voor de overige gegevens.

4. Toelichting

4.1 Bij hoofdstuk 1

Algemeen

Uit hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer volgt dat geluidproductieplafonds de maximaal toegestane geluidproductie op referentiepunten bepalen. Bovendien volgt uit de Wet milieubeheer ook dat de geluidproductie de berekende geluidsbelasting op referentiepunten is. De referentiepunten liggen aan weerszijden van de weg of spoorweg en zijn opgenomen in het geluidregister. In bijlage 2 van de memorie van toelichting bij de wet van 24 november tot wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van de geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer¹ is beschreven hoe de referentiepunten zijn neergelegd.

De methode van het berekenen van de geluidproductie is grotendeels gelijk aan die voor het berekenen van geluidsbelastingen op woningen. Het uitgangspunt is dan ook de Standaardrekenmethode 2 van bijlage III (voor wegen) respectievelijk bijlage IV (voor spoorwegen) bij deze regeling. Maar er geldt een aantal aanvullende en afwijkende regels. Deze regels zijn in deze bijlage V bij deze regeling opgenomen. Deze regels hebben als doel een heldere scheiding in verantwoordelijkheden tussen beheerder en gemeente te bewerkstelligen en daarnaast het bereiken van meer eenduidigheid en het vergroten van de uitvoerbaarheid. Dat laatste is van belang omdat bijvoorbeeld voor het jaarlijkse verslag de omvang van het onderzoeksgebied zeer groot is. Dit behelst dan namelijk vrijwel het hele Nederlandse netwerk van rijkswegen of hoofdspoorwegen.

Het systeem met geluidproductieplafonds moet bijdragen aan een goede, heldere en logische scheiding tussen verantwoordelijkheden van de beheerder en die van gemeenten. In de memorie van toelichting bij Hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer is dit uitgebreid beschreven. 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 de geluidsbelasting op geluidsgevoelige 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 inzake het geluidproductieplafond is gericht op wijzigingen van de bron. Dat zijn immers de zaken waar de beheerder wel over gaat.

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 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 wel direct invloed op de geluidproductie.

De aanvullende regels uit deze bijlage leiden er toe dat de geluidbelasting in 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 geluidsbelasting. Dan zal de afwijking tussen de werkelijke geluidsbelasting 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 plaats van absolute waarden. Het effect van gebouwen wordt zowel bij de vaststelling van geluidproductieplafonds als bij de naleving ervan niet meegenomen. Daardoor werkt het systeem

¹ Kamerstukken II 2009/10, 32 252, nr. 3.

in alle situaties als begrenzing van groei de groei van geluidsbelastingen. 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 geluidsbelastingen van geluidsgevoelige objecten. Voor dergelijke berekeningen gelden alle regels uit bijlage III en IV bij deze regeling. De maatregelen die uit zo'n onderzoek voortvloeien zullen vervolgens worden opgenomen in het geluidsregister om de nieuwe geluidsproductieplafonds vast te stellen volgens de vereenvoudigde systematiek.

Brongegevens

De geluidproductieplafonds zijn gebaseerd op bijbehorende brongegevens. De brongegevens worden aangewezen in de Regeling geluid milieubeheer. Het gaat om gegevens over de ligging, technische kenmerken en het gebruik van de bron, de afschermende objecten, de plafondcorrectiewaarde en het hoogteverloop tussen bron en referentiepunt. De brongegevens die behoren bij de geldende geluidproductieplafonds zijn opgenomen in het geluidregister. De brongegevens uit het geluidregister vormen samen met de ligging van de referentiepunten de belangrijkste gegevens die nodig zijn voor berekening van de maximaal toegestane geluidproductie op de referentiepunten.

Bronregisterlijnen

Een belangrijk onderdeel van de berekening vormen de bronregisterlijnen. Dit zijn de lijnen die de bron van het geluid in de berekeningen vormen. Deze lijnen krijgen bij berekening van de geluidproductie, op grond van artikel 5.2 van deze regeling, bij een weg de functie van rijlijn uit bijlage III en bij een spoor de functie van onderste bronlijn uit bijlage IV. Aan de bronregisterlijnen worden gegevens over het verkeer gekoppeld. Bij wegen wordt er per rijbaan over het algemeen slechts één bronregisterlijn gedefinieerd die in het midden van de verharding van de betreffende rijbaan ligt. Een rijksweg zal dus meestal twee bronregisterlijnen hebben: voor elke rijrichting één bronregisterlijn 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 bronregisterlijnen. Bij knooppunten zoals klaverbladen en bij op- en afritten liggen extra bronregisterlijnen voor de weggedeelten die fysiek gescheiden zijn van de hoofdrijbanen. In afwijking van bovenstaande kan er in bijzondere situaties gebruik gemaakt worden van meer dan één bronregisterlijn per rijbaan. Daarmee kan dan de situatie nauwkeuriger worden vastgelegd. Dit zal bij de het in werking treden van de nieuwe regels bijvoorbeeld het geval kunnen zijn bij geluidproductieplafonds die worden vastgesteld op basis artikel 11.45, tweede lid, van de Wet milieubeheer. Deze geluidproductieplafonds worden vastgesteld op basis van gegevens van recente (tracé- en wegaanpassings)besluiten. Op basis van deze besluiten is veelal een detaillering mogelijk naar meer dan één bronregisterlijn per rijbaan. Uiteraard kan ook bij procedures tot wijziging van geluidproductieplafonds aanleiding zijn om over de stappen van één bronregisterlijn per rijbaan naar meer bronregisterlijnen per rijbaan.

Bij een fysieke verbreding van de wegverharding verschuift de ligging van bestaande bronregisterlijnen. Als echter de bestaande verharding anders gebruikt gaat worden, wijzigt de positie van de bronregisterlijn niet. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld het gebruik van een bestaande vluchstrook als spitsstrook. De beheerder kan in beide gevallen ook aanleiding zien om bronregisterlijnen 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 op bevindt. Daarom wordt bij spoorwegen voor ieder spoor een afzonderlijke bronregisterlijn gedefinieerd. Zeer weinig bereden sporen kunnen achterwege blijven. Bij complexe spoorbundels kunnen vereenvoudigingen worden toegepast 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 jaarlijkse verslag met betrekking tot naleving moet de geluidproductie in de referentiepunten worden bepaald. Daarbij worden meestal gedeeltelijk andere gegevens gehanteerd dan de brongegevens uit het geluidregister. Voor het jaarlijkse verslag zal bijvoorbeeld met actuele verkeersgegevens worden gerekend.

Bij formele procedures tot wijziging of vaststelling bepaalt artikel 11.33, vijfde lid, van de Wet milieubeheer dat de beheerder de geluidproductie berekent. Dit is gedaan om nog meer eenduidigheid en uniformiteit in de gegevens te verkrijgen.

De gehanteerde verkeersgegevens zullen afkomstig zijn uit systemen van de beheerder. Daar waar deze systemen niet dekkend of onvoldoende gedetailleerd zijn, worden uit de wel beschikbare gegevens betrouwbare gegevens afgeleid of aanvullende gegevens toegevoegd. Het betreffen dan bijvoorbeeld gegevens voor op- en afritten alsmede 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, vergt 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 verkeersdrukke 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 bijlage III en IV bij deze regeling.

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 gebruik kan worden gemaakt van reeds beschikbare digitale gegevens. Voorbeelden van vereenvoudigingen zijn:

- het weglaten van ‘details’ bij de modellering van kunstwerken, overwegen, perrons, tunnelmonden, etc.;
- het weglaten van (kleine) correcties op de emissie (bijv. van kruispunten);
- het gebruiken van standaard brugemissietoelagen;
- vereenvoudiging van de modellering van het talud.

Bij de modellering van het talud mag de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied en het ontvangergebied volgens een meer generalistische methode worden bepaald, waarbij deze waarden niet per sectorhoek worden berekend, maar aan de bronsegmenten en aan de ontvangers worden toegekend op basis van de hoogtevariatie in de omgeving.

Gekromde schermen en luifels

De bepaling van de schermwerking bij gekromde schermen (en luifels) kan (grotendeels) gedaan worden volgens de methoden zoals die in akoestische onderzoeken gebruikelijk zijn.

Afscherming

Geluidschermen kunnen bij wege 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 de geluidsbelasting van 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, conform bijlage IV, bij schermen geen

rekening gehouden met reflecties naar de overzijde. Bij toepassing van bijlage IV 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.

4.2 Bij hoofdstuk 2

Voor de eerste vaststelling van geluidproductieplafonds voor bestaande wegen en spoorwegen gelden speciale regels. Deze zijn opgenomen in artikel 11.45 van de Wet milieubeheer en technisch uitgewerkt in hoofdstuk 2 van deze bijlage. Daarbij is aangegeven hoe het begrip 'heersende geluidproductie' wordt vertaald naar concrete technische gegevens voor berekening van een geluidproductie. Voor wegen is daarbij het jaar 2008 als basis gekozen. Voor spoor wordt voor de verkeersintensiteiten uitgegaan van een gemiddelde over 2006, 2007 en 2008. Dat is gedaan om het effect van fluctuaties te verkleinen. Bij spoor zijn deze fluctuaties vaak groot. De middeling is lineair, hetgeen overeenkomt met energetische middeling van de geluidemissie.

Naast de verkeersaantallen en snelheden zijn ook gegevens over wegverhardingen, de geografische ligging van de bron, stations, spoorconstructies en afschermdende objecten nodig voor het vastleggen van de 'heersende geluidproductie'. In verband met beschikbaarheid van betrouwbare gegevens is ook hier gekozen de situatie in 2008 als basis te nemen. Het betreft dan geen gemiddelde over het kalenderjaar, maar de situatie op 31 december 2008. Voor de afschermdende objecten, de ligging van de bron, de wegverhardingen en raildempers zijn de gegevens vervolgens zo veel als mogelijk geactualiseerd tot de inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. Dat is wenselijk omdat zo maatregelen die getroffen zijn voor sanering in de periode tussen 2008 en het in werking treden van de wet, ook doorwerken in lagere geluidproductieplafonds. Hetzelfde geldt voor de vervanging van het dichte asfaltbeton (DAB) door het stillere Zeer Open Asfaltbeton (ZOAB). Door de gegevens te actualiseren zullen ook de lijsten met uitzonderingen op grond van het tweede lid van artikel 11.45 en het vierde lid van artikel 11.45 korter kunnen zijn. De gewenste actualisatie zal echter in de praktijk niet volledig mogelijk zijn. Er gaat immers enige tijd over heen voordat vernieuwingen en wijzigingen doorwerken in de systemen van de beheerder. De beschikbare systemen en gegevensbronnen bij de beheerder zijn bepalend voor de mate waarin deze actualisering mogelijk is. De Wet milieubeheer voorziet in een procedure voor herstel van onjuiste gegevens om relatief eenvoudig op een later moment bijvoorbeeld eventuele ontbrekende schermen, raildempers of ZOAB-wegverhardingen alsnog te verwerken in de van rechtswege ingevoerde geluidproductieplafonds (artikel 11.47).

Een uitzondering op de actualisering van gegevens vormen raildempers die zijn aangebracht vooruitlopend op de uitvoering van de sanering volgens afdeling 11.3.6 van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. Deze vormen namelijk een onderdeel van een mogelijk groter saneringspakket dat met de daarbij horende formele procedure moet worden vastgesteld en verwerkt in een daaraan gekoppelde wijziging van de betrokken geluidproductieplafonds. In theorie zou de beheerder tot de vaststelling van dit saneringspakket de geluidreductie van deze raildempers kunnen benutten voor groei. In de praktijk zal dit echter vrijwel onmogelijk zijn omdat de raildempers slechts over een beperkt deel van het spoortraject liggen. Direct aan weerszijde van de raildempers is geen ruimte voor die extra groei. In de praktijk kan de beheerder deze ruimte dan ook niet benutten. Bovendien garandeert het geldende geluidproductieplafond in de periode tot vaststelling van het saneringsplan dat de werkelijke geluidproductie niet hoger kan worden dan op grond van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer toelaatbaar is. Omdat de omwonenden hierdoor afdoende beschermd is en in de praktijk benutting van de lokaal tijdelijk aanwezige extra geluidruimte vrijwel onmogelijk is, is afgezien expliciet te regelen dat deze raildempers uitgezonderd zijn voor berekenen voor het nalevingsverslag.

De Wet milieubeheer kent een zogenaamde 'werkruimte' waarmee de heersende geluidproductie wordt verhoogd. Deze werkruimte is 1,5 dB voor de bestaande wegen en spoorwegen waarvoor op grond van het eerste lid van artikel 11.45 het geluidproductieplafond wordt vastgesteld. Overigens kan er ook met andere waarden voor de werkruimte gerekend worden. Daarom wordt in dit voorschrift in plaats van werkruimte de meer neutrale term plafondcorrectiewaarde gebruikt.

De plafondcorrectiewaarde wordt gekoppeld aan de betreffende bronregisterlijnen waardoor de geluidemissie van die lijnen met de plafondcorrectiewaarde verhoogd wordt. Dit is geregeld in de artikelen 1.1, 3.8, 4.9, 5.3, 5.7, 5.8 van deze regeling. In de toelichting op deze artikelen is uitgelegd dat zo de plafondcorrectiewaarde correct doorwerkt in de hoogte van de geluidproductieplafonds op de referentiepunten en in berekeningen van de geluidproductie en de geluidsbelasting. Dat geldt ook voor berekeningen op punten die in de nabijheid van delen van wegen of spoorlijnen liggen met verschillende plafondcorrectiewaarden, zoals de zogenaamde combinatiereferentiepunten (zie toelichting op artikel 11.45 van de Wet milieubeheer).

Het tweede lid van artikel 11.45 voorziet in een mogelijkheid om af te wijken van de hoofdregel van

het eerste lid (heersend + 1,5 dB). Naar verwachting zullen met name besluiten, zoals tracébesluiten, op deze wijze doorwerken in de hoogte van het geluidproductieplafond. Een belangrijk punt daarbij is de geografische begrenzing van het gebied waarin brongegevens en geluidproductieplafonds worden gebaseerd op dat besluit. Vaak zullen de formele grenzen van het (tracé)besluit krasser zijn dan het onderzoeksgebied van het bij het besluit behorende akoestische onderzoek. Zo is bij wegen veelal het onderzoeksgebied uitgebreid met een lengte van 1/3 van de geluidzone aan weerszijde van de formele tracébegrenzings. In paragraaf 2.2 wordt bepaald dat buiten de formele grenzen alleen eventuele geluidbeperkende maatregelen uit het besluit in de brongegevens worden opgenomen. Verkeersgegevens, wegverhardingen, bovenbouw en bronregisterlijnen (rekening houdend met de regels uit paragraaf 1) worden dus binnen de formele grenzen van het besluit afgeleid uit het akoestische onderzoek dat ten grondslag lag aan het besluit. Zo ontstaat een uit het besluit afgeleide set brongegevens. Een berekening op basis van deze brongegevens leidt tot de geluidproductieplafonds. In het algemeen zal de plafondcorrectiewaarde voor de delen van wegen en spoorwegen die op basis van het tweede lid van artikel 11.45 van een geluidproductieplafond voorzien zijn, nul zijn. In bijzondere gevallen kan echter wel een waarde toegekend worden aan de plafondcorrectiewaarde. Een eventuele toezegging over bronmaatregelen kan bijvoorbeeld verwerkt worden in het geluidproductieplafond door een plafondcorrectiewaarde met een negatieve waarde op te nemen in de brongegevens.

Voor wegverkeer komt het voor dat recente besluiten geen gegevens over de voertuigaantallen bevatten voor de dag en/of de avondperiode. Deze gegevens zijn wel nodig omdat geluidproductieplafonds worden vastgesteld op basis van de nieuwe dosismaat L_{den} . Daarom zijn regels opgenomen waarmee vanuit de wel beschikbare gegevens een L_{den} -waarde bepaald kan worden.

Voor spoor kan de situatie zich voordoen dat in het besluit gerekend is met hogere snelheden dan de in bijlage IV genoemde maximale rekensnelheden. Een voorbeeld is de Tracébesluit van de HSL-Zuid. In het akoestisch onderzoek dat daar aan ten grondslag ligt, is gerekend met een snelheid van 220 km/uur voor treincategorie 8, terwijl in bijlage IV een maximale rekensnelheid is opgenomen van 160 km/uur. In dergelijke gevallen wordt in de brongegevens uitgegaan van de snelheid uit het besluit en wordt het geluidproductieplafonds dus berekend op basis van een hogere snelheid dan de maximale rekensnelheid. Op deze wijze wordt zo direct mogelijk aangesloten bij het besluit. Een gemeente die geluidsbelastingen wil bepalen zal ook dienen uit te gaan van deze snelheden, op grond van artikel 4.9.

Het kan voorkomen dat er later ontwikkelingen zijn die leiden tot een andere situatie dan is opgenomen in het (tracé)besluit. Indien dit gebaseerd is op overeenkomsten en er sprake is van extra te treffen geluidbeperkende maatregelen, kunnen die worden meegenomen in de bepaling van de geluidproductieplafonds. Voorbeelden zijn:

- de plaatsing van een extra scherm (bijvoorbeeld door een scherm dat door de gemeente wordt gefinancierd voor een nieuwbouwplan of omdat de gemeente de maatregelen uit het tracébesluit onvoldoende vond).
- toezeggingen over bronmaatregelen bijvoorbeeld de aanleg van een extra stil wegdek.
- toezeggingen over aangepaste maximale snelheden.

Deze gevallen zullen per situatie moeten worden geanalyseerd. Als blijkt dat er een nauwe relatie is met het (tracé)besluit zijn de extra geluidbeperkende maatregelen te zien als een aanvulling op het recente (tracé)besluit. Het ligt voor de hand dat deze extra geluidbeperkende maatregelen dan ook doorwerken in de vastgestelde plafonds.

Het derde lid van artikel 11.45 van de Wet milieubeheer bepaalt dat bij toepassing van het eerste lid een geluidproductieplafond niet lager wordt vastgesteld dan 52,0 dB indien er geen afscherming plaatsvindt. Dit wordt geregeld door waarden die lager uitpakken dan 52,0 dB in het geluidregister te wijzigen in 52,0 dB voor die situaties waarin er geen scherm tussen het referentiepunt en de bron staat. In dit geval leidt een berekening van de geluidproductie in het referentiepunt op basis van de brongegevens dus niet tot de in het geluidregister opgenomen waarde van 52,0 dB maar een lagere waarde.

4.3 Bij hoofdstuk 3

Dit hoofdstuk bevat aanvullende regels voor de berekening van de geluidproductie voor het jaarlijkse nalevingsverslag (artikel 11.22 van de Wet milieubeheer). Daarbij is geregeld dat in de berekening wordt uitgegaan van de verkeersgegevens die representatief zijn voor het kalenderjaar. Dat betekent een gemiddelde verkeersintensiteit over het kalenderjaar waarover verslag wordt gedaan. Hetzelfde geldt voor de representatieve snelheden. Dit sluit aan bij de geluidmaat L_{den} , die betrekking heeft op een jaargemiddelde.

Voor de overige gegevens, zoals de geografische en technische kenmerken van de infrastructuur,



wordt uitgegaan van de situatie op de laatste kalenderdag van het jaar. Dit is gedaan omdat deze factoren niet zijn de middelen over een kalenderjaar en bovendien zo wordt aangesloten bij de meest recente situatie.

Voor de afschermende objecten bepaalt de Wet milieubeheer al dat alleen in het geluidregister opgenomen afschermende objecten mogen worden meegenomen in de berekening van de geluidproductie. In deze regeling wordt daar nog aan toegevoegd dat het gaat om de afschermende objecten die op de laatste kalenderdag van het jaar in het register zijn opgenomen en dat die afschermende objecten op die datum ook daadwerkelijk gebouwd moeten zijn. Dit is gedaan om enerzijds te voorkomen dat in het verslag gerekend wordt met geluidsschermen die in werkelijkheid (nog) niet gebouwd zijn, en anderzijds geldt de laatste kalenderdag als peildatum om zo aan te sluiten bij de meest actuele situatie. De koppeling van de afschermende objecten met het geluidregister, betekent overigens ook een koppeling met de geluidproductieplafonds. De afschermende objecten uit het register werken immers direct door in de hoogte van het geluidproductieplafonds. Daarom is het logisch nodig dat de berekende geluidproductie over het betreffende kalenderjaar vergeleken wordt met het geluidproductieplafond dat op de laatste dag van dat kalenderjaar is opgenomen in het geluidregister.

BIJLAGE VI BEHORENDE BIJ DE ARTIKELN 5.7, VIERDE LID, EN 5.8, VIERDE LID, VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

Geluidberekeningen voor saneringsplannen

1. Berekeningen ten behoeve van het saneringsplan

1.1 Eenvoudige methode

- a. Bij de bepaling van geluidsbelastingen om vast te stellen dat:
 - I. een object geen saneringsobject is;
 - II. een mogelijk saneringsobject niet in aanmerking komt voor maatregelen, kan, in afwijking van artikel 5.7, tweede lid onder a, en artikel 5.8, tweede lid onder a, gebruik worden gemaakt van de methode voor geluidkartering uit bijlage VII bij deze regeling indien wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:
 1. er worden geen D_{SKM} correcties toegepast voor het betreffende object, en
 2. er wordt voor het betreffende object in plaats van de standaard waarneemhoogte van 4 meter, een representatief rekenpunt met een representatieve waarneemhoogte gekozen, en
 3. bij toepassing van Standaardkarteringsmethode 1 (SKM1): de afstand van het betreffende object tot het meest dichtbij gelegen spoor, dan wel de meest dichtbij gelegen rijstrook, groter is dan de twee maal de afstand tussen de buitenste sporen dan wel twee maal de afstand tussen de buitenste rijstroken, en
 4. stalen spoorbruggen leveren geen significante bijdrage aan de geluidsbelasting.
- b. Indien niet voldaan wordt aan de in a beschreven voorwaarden, mag ook gebruik gemaakt worden van de methode voor geluidkartering uit bijlage VII bij deze regeling, eventueel aangevuld met verbeteringen, als wordt onderbouwd dat dit niet leidt tot een onderschatting van de geluidsbelastingen ten opzichte van de geluidsbelastingen zoals die op basis van artikel 5.7, eerste lid, dan wel artikel 5.8, eerste lid, zouden zijn bepaald.
- c. Bij toepassing van a of b mogen wijzigingen, waaronder vereenvoudigingen, in de rekenmethode of de invoergegevens worden doorgevoerd als dat niet leidt tot een onderschatting van de geluidsbelastingen ten opzichte van de geluidsbelastingen zoals die op basis van artikel 5.7, eerste lid, dan wel artikel 5.8, eerste lid, zouden zijn bepaald.

1.2 Rekenpunten

- a. Een rekenpunt waarop de geluidsbelasting wordt bepaald, kan betrekking hebben op een groep saneringsobjecten, mits daarbij geen onderschatting van de geluidsbelastingen op de individuele objecten kan plaatsvinden.
- b. De hoogte van een rekenpunt voor één of meer saneringsobjecten is gelijk aan of hoger dan de representatieve waarneemhoogte van elk van de saneringsobjecten.

1.3 Spoorbruggen

Spoorbruggen mogen op eenzelfde wijze behandeld worden als beschreven is in paragraaf 1.2.3.2 van bijlage V van deze regeling met uitzondering van het gestelde over schermen op betonnen kunstwerken met een hoogte die groter is dan 2 meter. Voor het bepalen van het effect van dergelijke schermen gelden de regels uit bijlage IV van deze regeling.

2. Het akoestische onderzoek voor het saneringsplan

Het rapport van het akoestische onderzoek voor het saneringsplan bevat, aanvullend op de eisen aan de rapportage, genoemd in bijlage I bij het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012, ten minste:

- a. de begrenzing van de weggedeelten of spoorweggedeelten waarop het onderzoek betrekking heeft;
- b. een vermelding van de gebruikte rekenmethode;
- c. de saneringsobjecten die onderdeel van het onderzoek zijn;
- d. voor zover zij niet vallen onder onderdeel c, de objecten langs wegen en spoorwegen die op de geluidplafondkaart zijn aangegeven, die op grond van artikel 88 van de Wet geluidhinder, zoals dat luidde voor 1 januari 2007, of artikel 4.17 van het Besluit geluidhinder bij Onze Minister tijdig zijn gemeld, met een onderbouwing waarom deze objecten geen saneringsobjecten op grond van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer zijn.
- e. de geluidsbelastingen van de objecten, bedoeld in onderdeel c, bij volledige benutting van het geldende geluidproductieplafond;
- f. de wijze en resultaten van de toepassing van het criterium, bedoeld in artikel 11.29, vierde lid, van de Wet milieubeheer;

- g. de waarden van de betrokken geluidproductieplafonds na de uitvoering van de saneringsmaatregelen, en
- h. de geluidsbelastingen van de saneringsobjecten bij volledige benutting van het geluidproductieplafond na uitvoering van het saneringsplan.

3. Toelichting

Sanering betreft een aanpak van de hoogste geluidsbelastingen. Het gaat daarbij om relatief kleine aantallen woningen dicht op de bron. Met de inwerkingtreding van de wet van 24 november 2011 houdende wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer¹ krijgen de weg- en de spoorbeheerder de plicht om een groot deel van zijn netwerk te voorzien van een saneringsplan. Vanwege de grote omvang kan de beheerder dit gefaseerd aanpakken en tussen nu en 2020 elk jaar delen van zijn netwerk van een saneringsplan voorzien.

Eerste stap

De eerste stap die een beheerder zet, zal het opsporen van de saneringsobjecten zijn. Voor delen van zijn bron waarlangs zich geen saneringsobjecten bevinden, zal het saneringsplan beperkt kunnen blijven tot deze constatering en de onderbouwing daarvan, omdat geluidbeperkende maatregelen dan niet in aanmerking komen. Voor het opsporen van saneringsobjecten is het nodig geluidsbelastingen te bepalen van objecten langs de bron. Het gaat immers om de objecten die zijn genoemd in artikel 11.57, eerste lid, van de Wet milieubeheer. Voor vaststelling van de in artikel 11.57, onderdeel a, genoemde objecten is een toets van de geluidsbelasting aan de waarde van 60 dB voor wegen en 65 dB voor spoorwegen nodig. Evenzo is voor de in artikel 11.57, onderdeel b, genoemde objecten een toets van de geluidsbelasting nodig aan de waarden van 65 dB voor een weg en 70 dB voor een spoor. En voor de in artikel 11.57, onderdeel c, genoemde objecten moet worden getoetst aan de waarde van 55 dB voor wegen en 60 dB voor spoorwegen.

Vanwege de grote omvang en werklust alsmede vanwege de dichte ligging op de bron, is het toegestaan in bepaalde situaties volgens een eenvoudigere methode geluidsbelastingen te bepalen dan bij normale toepassing van hoofdstuk 5 van deze regeling. Deze vereenvoudiging houdt in dat gebruik gemaakt mag worden van de standaardkarteringsmethode (bijlage VII). Daarbij gelden wel enkele voorwaarden die moeten borgen dat dit niet kan leiden tot een onderschatting van geluidsbelastingen. Zo mogen geen DSKM correcties worden toegepast, mag er geen sprake zijn van een significante bijdrage van stalen spoorbruggen (geldt alleen als de berekening betrekking heeft op een spoorlijn), mag de wegbreedte of breedte van de spoorbundel niet groot zijn in verhouding tot de afstand van het object en moet in plaats van de standaard hoogte van 4 meter voor rekenpunten een hoogte worden gehanteerd die voldoende representatief is voor het betreffende object. Als niet aan de genoemde voorwaarden wordt voldaan, mag toepassing van de eenvoudigere methode ook, mits dit niet leidt tot een onderschatting van de geluidsbelasting op mogelijke saneringsobjecten. Dit zal in het saneringsplan of het akoestisch onderzoek worden onderbouwd. Het is bij toepassing van de eenvoudigere methode ook toegestaan aanvullende aanpassingen in de rekenmethode en de invoergegevens door te voeren. Dat kunnen bijvoorbeeld verder gaan vereenvoudigingen betreffen, maar het kan ook gaan om aanpassingen die moeten leiden tot een betere voorspelling van de geluidsbelasting. Bij het gebruik van aanvullende aanpassingen geldt weer de plicht tot onderbouwing dat dit niet zal leiden tot onderschatting van geluidsbelastingen van mogelijke saneringsobjecten.

De hiervoor beschreven eenvoudigere methode mag worden benut om:

1. vast te stellen dat een object geen saneringsobject is, en
2. met het doelmatigheidscriterium vast te stellen dat voor een mogelijk saneringsobject geluidbeperkende maatregelen niet in aanmerking komen. Dit kan door een eenvoudige vergelijking van de reductiepunten van het saneringsobject (of het cluster saneringsobjecten) met de benodigde maatregelpunten voor de kleinste denkbare zinvolle geluidbeperkende maatregel.

De beheerder kan dus met de eenvoudigere methode snel vaststellen voor welke delen van zijn bron de saneringstaak beperkt is tot het naleven van de binnenwaarde van saneringsobjecten. Het saneringsplan kan voor deze delen van de bron worden opgesteld op basis van de geluidsbelastingen die bepaald zijn met de eenvoudigere methode.

Tweede stap

De tweede stap bestaat uit een verfijning voor de overige delen van de bron. Het betreft het bepalen

¹ Kamerstukken I 2010/11, 32 252, nr. A.



geluidsbelastingen met de normale methode van het voorschrift (artikel 5.7, tweede lid, en artikel 5.8, tweede lid). Op grond hiervan wordt conform artikel 11.57 van de Wet milieubeheer vastgesteld welke saneringsobjecten aanwezig zijn en wat de geluidsbelastingen zijn. Indien geen gebruik wordt gemaakt van de vereenvoudigde bepalingmethode, heeft deze stap betrekking op alle delen van de bron (en is de hiervoor beschreven eerste stap dus overgeslagen).

In deze tweede stap is het ook toegestaan voor de in de eerste stap gevonden saneringsobjecten een tweede berekening te maken met de normale methode van het voorschrift (artikel 5.7, tweede lid, en artikel 5.8, tweede lid). Deze meer nauwkeurige bepaling van de geluidsbelasting zal meestal lager zijn omdat de eenvoudige methode uit stap 1 zo is ingericht dat die leidt tot een overschatting van de geluidsbelasting. De meer nauwkeurige geluidsbelasting is dan de basis voor het saneringsplan en voor de toets aan de binnenwaarde.

Derde stap

De derde stap is het bepalen van de maatregelen die in aanmerking komen voor het reduceren van de geluidsbelastingen op de saneringsobjecten. Voor deze stap zijn voor de bepaling van de geluidsbelasting wederom de normale regels van dit voorschrift van kracht (artikel 5.7, tweede lid, en artikel 5.8, tweede lid). De maatregelen worden bepaald volgens het criterium, bedoeld in artikel 11.29, vierde lid, van de Wet milieubeheer, het zogenoemde doelmatigheidscriterium, met toepassing van de streefwaarde uit artikel 11.59 van de Wet milieubeheer.

Vereenvoudigingen rekenpunten

Berekeningen worden uitgevoerd op zogenaamde rekenpunten. Die punten zullen over het algemeen liggen op de gevels van geluidsgevoelige objecten. Ook bij de keuze van rekenpunten zijn vereenvoudigingen toegestaan. Zo is het bijvoorbeeld niet nodig op elk saneringsobject één berekening te maken. Er mag gewerkt worden met rekenpunten die betrekking op een groep saneringsobjecten. Daarbij is wel een borging ingebouwd dat dit niet kan leiden tot een onderschatting van de niveaus. Hetzelfde geldt voor de hoogte van de rekenpunten. De representatieve waarneemhoogte voor de betreffende objecten mag niet hoger zijn de hoogte waarop gerekend is. Ook hierdoor is geborgd dat er geen onderschatting van de niveaus zal optreden. De beheerder kan hierdoor in eerste instantie met bijvoorbeeld twee standaardhoogten werken en pas als maatregelen doelmatig lijken, eventueel verder gaan detailleren. Dit alles verlaagt de uitvoeringslasten van de saneringsoperatie.

BIJLAGE VII BEHORENDE BIJ HOOFDSTUK 7 VAN HET REKEN- EN MEETVOORSCHRIFT GELUID 2012

Geluidberekeningen voor kartering

Deze bijlage heeft betrekking op het in kaart brengen van het geluid van weg- en spoorwegverkeer in het kader van richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaaï.

1. Basis van de methode

1.1 De methode

De geluidsbelasting wordt bepaald met de methoden die beschreven zijn in bijlage III en bijlage IV bij deze regeling met inachtneming van de aanvullende regels uit deze bijlage.

Voor de kartering zijn twee methoden beschikbaar: de Standaardkarteringsmethode 1 (SKM1) en Standaardkarteringsmethode 2 (SKM2):

- SKM1 is gerelateerd aan de rekenmethoden SRM1 van bijlage III en IV;
- SKM2 is gerelateerd aan de octaafbandrekenmethoden SRM2 van bijlage III en IV.

1.2 Begrippen: waarneemhoogte

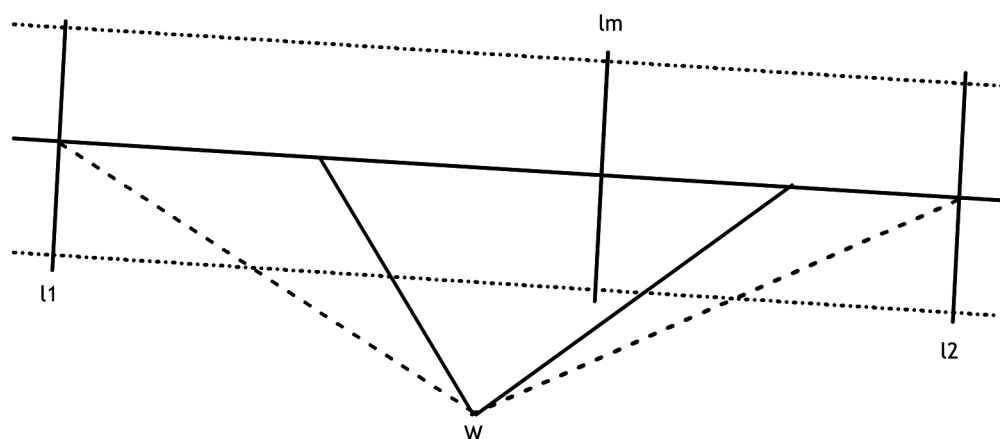
Als nadere uitwerking van hetgeen gesteld in paragraaf 1.1 en 2.1 van bijlage III en paragraaf 4.1 en 5.1 van bijlage IV wordt de hoogte van de waarnemer h_w op 4 m ten opzichte van de hoogte van het plaatselijke maaiveld gedefinieerd.

2. Geometrische situatie

Als wijziging op hetgeen is gesteld in paragraaf 1.2 van bijlage III en paragraaf 4.3 van bijlage IV wordt ten behoeve van de SKM1-methode voor *wegverkeer* één knip in de gemodelleerde rijlijn binnen het aandachtsgebied tussen de begrenziingslijnen $l1$ en $l2$ (zie figuur 1.1 uit bijlage III) toegestaan en worden voor *spoorwegverkeer* meerdere knippen in de gemodelleerde spoorweg binnen het aandachtsgebied tussen de begrenziingslijnen $l1$ en $l2$ (zie figuur 4.1 uit bijlage IV) toegestaan.

In figuur 1 is als voorbeeld een rechte (spoor)weg 'geknipt' in twee deellijnbronnen. Ter plaatse van de knip is een begrenziingslijn lm aangegeven.

Voor elke deellijnbron wordt de overdracht beschouwd in het sectorvlak, het bissectricevlak tussen de beide begrenziingslijnen (eveneens aangegeven in de figuur).



Figuur 1: Een knip: twee aandachtsgebieden tussen $\langle l1$ en $lm \rangle$ en $\langle l2$ en $lm \rangle$; tevens is het sectorvlak aangegeven.

3. Toepassingsbereik

Als wijziging op hetgeen is gesteld in paragraaf 1.3 van het bijlage III en paragraaf 4.3 van bijlage IV wordt het toepassingsbereik van SKM1 uitgebreid.

Ten aanzien van het toepassingsbereik van SKM1 gelden de voorwaarden zoals beschreven in de genoemde paragrafen van bijlage III en bijlage IV voor de 'geknipte' aandachtsgebieden ingesloten tussen de begrenzingslijnen, behalve de in bijlage III, paragraaf 1.3, onder punt c, en in bijlage IV, paragraaf 4.3, onder punt b, genoemde maximale zichthoekbeperking. In figuur 1 zijn de resulterende aandachtsgebieden begrensd door enerzijds $l1$ en l_m en anderzijds l_m en $l2$.

4. Rekenmodel: toevoeging D_{zicht}

Ter compensatie van de beperking van de zichthoek door de toepassing van één of meerdere knippen wordt de zichthoekcorrectie D_{zicht} toegepast:

$$D_{zicht} = 10 * \lg (127^\circ / \text{zichthoek}) \quad (4.1)$$

Als aanvulling op de formule 1.1 uit bijlage III en 4.1a uit bijlage IV wordt de term ' D_{zicht} ' toegevoegd aan de te sommeren bijdragen ten behoeve van de bepaling van het equivalente geluidniveau.

Ook als de bronlijn binnen het aandachtsgebied uit één stuk kan bestaan, kan er voor worden gekozen een knip toe te passen: hierbij wordt de lijn in twee gelijke delen opgedeeld door het middelloodvlak. Het sectorvlak van elke deellijn is dan het vlak onder 45° en voor elke deellijn is de zichthoek $63,5^\circ$.

5. Rekenmodel spoor: toevoeging D_{dipool}

Alleen in geval van *drie of meer knips* dient ter compensatie van de overschatting van het geluidniveau als gevolg van het dipoolkarakter van spoorwegverkeer in SKM1 een correctie op de geluiduitbreiding te worden toegepast in combinatie met een toeslag op de emissiegetallen ter grootte van 2,1 dB(A).

Deze dipoolcorrectie volgt uit:

$$D_{dipool} = 20 * \lg (r/d) - 2,1 \quad (5.1)$$

met r als de kortste afstand tussen het waarneempunt en de betreffende rijlijn in [m] en d als de afstand loodrecht op het (verlengde van het) bronlijnstuk tot het rekenpunt in [m].

Als aanvulling op de formule 4.1a uit bijlage IV wordt de term ' D_{dipool} ' toegevoegd aan de te sommeren bijdragen ten behoeve van de bepaling van het equivalente geluidniveau.

Bij minder dan drie knips is $D_{dipool} = 0$ dB(A).

6. Rekenmodel: toevoeging D_{SKM}

Als aanvulling op de formule 1.1 en 2.2 uit bijlage III en 4.1 en 5.1b uit bijlage IV wordt de term ' D_{SKM} ' toegevoegd aan de te sommeren bijdragen ten behoeve van de bepaling van het equivalente geluidniveau.

6.1 Definities, grootheden

S : oppervlakte beschouwde wijk [m²],

S_{open} : oppervlakte van niet-bebouwde deel van beschouwde wijk [m²]

N : aantal gebouwen in de beschouwde wijk [–]

n : gebouwdichtheid = N/S [m⁻²]

$S_{g,i}$: grondoppervlak van gebouw i [m²]

S_g : gemiddeld grondoppervlak van een gebouw in de beschouwde wijk [m²]

o_i : omtrek van gebouw i [m]

O : gemiddelde gebouwomtrek in de beschouwde wijk [m]

f : bebouwingsdichtheid [–]

$f_{m,oct}$: middenfrequentie van een octaafband [Hz]

L_v : gemiddelde vrije weglengte in de beschouwde wijk [m]

r : horizontale afstand tussen bronpunt en ontvangerpunt [m]

$r_{b,el}$: horizontale afstand tussen bronpunt en eerstelijns bebouwing (bronzijde) [m]

$r_{el,o}$: horizontale afstand tussen eerstelijns bebouwing en ontvanger; $r_{el,o} = r - r_{b,el}$; [m]

s : afgelegde, horizontale afstand binnen een bebouwd gebied [m]

$z_{gebouw,i}$: nokhoogte van gebouw i t.o.v. een referentiepeil met $z = 0$ [m]

z_{nok} : gemiddelde nokhoogte van gebouwen in de beschouwde wijk t.o.v. een referentiepeil met $z = 0$ [m]

z_{ei} : (gemiddelde) hoogte eerstelijns bebouwing (nok- of platdakhoogte) t.o.v. een referentiepeil met $z = 0$ [m]

z_b : bronhoogte t.o.v. een referentiepeil met $z = 0$; voor wegverkeer $z_b = z_{weg}$ en voor railverkeer $z_b = z_{bs}$ [m]

p : verhouding tussen de onbebouwde lengte en de totale eerstelijns lengte binnen de beschouwde sector.

Gebouwen zijn alle aaneengesloten objecten in een wijk met een hoogte van ten minste 5 m. Een wijk is een stedenbouwkundig als zodanig te beschouwen gebied, of een onderdeel hiervan met wisselende (subwijk) of met vaste afmetingen (sector).

Relaties:

$$z_{nok} = \frac{1}{N} \sum z_{gebouw,i}; \quad f = S_g \cdot n; \quad O = \frac{1}{N} \sum o_i; \quad S_g = \frac{1}{N} \sum S_{g,i}$$

Gemiddelde vrije weglengte:

$$L_v = \frac{\pi S_{open}}{NO} = \frac{\pi(1-f)}{nO}$$

Als één of meer knippen in de gemodelleerde bronlijn zijn toegepast, worden voor de reflectieterm, afstandsterm en dempingsterm de hoogten (h_{wr} , h_{weg} of h_{bs}), toegepast als in het betreffende sectorvlak en als afstand r , de afstand in dat sectorvlak van de bronlijn tot het waarneempunt) gedeeld door $\sqrt{2}$.

6.2 D_{SKM} in SKM1

De eerstelijns bebouwing wordt gevormd door de gebouwen die loodrecht vanuit de bron gezien het meest dichtbij liggen, waarbij gebouwen met een hoogte minder dan 4 m en gebouwen met een hoogte die geringer is dan de bronhoogte buiten beschouwing worden gelaten. Voor de selectie wordt een strook beschouwd langs de bronlijn die zich uitstrekt van het binnen het aandachtsgebied dichtst bij de bronlijn gelegen gebouw tot drie keer die afstand met een maximale strookbreedte van 300 m. Deze bebouwing vormt de basis voor het bepalen van het vervangende scherm (zie de modelleringsregels, paragraaf 6.4).

Het geluidniveau achter het eerste afschermdende object (scherm of het bebouwing vervangende scherm) wordt berekend door voor de gegeven situatie het geluidniveau te berekenen voor een ontvangpositie op een hoogte van 3 meter boven de gemiddelde nokhoogte van de bebouwing in de beschouwde wijk, met een minimum van 4 meter hoogte ten opzichte van het plaatselijk maaiveld, waarbij de bebouwing buiten beschouwing wordt gelaten en de bodem vanaf de eerstelijns bebouwing als hard wordt gemodelleerd. Dit geluidniveau wordt verminderd met D_{SKM} voor die ontvangpositie.

D_{SKM} is – per deellijnbron – samengesteld uit $D_{eerstelijns}$ en $D_{verstrooiing}$ waarbij de mate van ‘porositeit’ van de eerstelijns bebouwing (fractie p) de bijdrage bepaalt:

$$D_{SKM} = -10 \lg \left[p 10^{-D_{verstrooiing}/10} + (1-p) 10^{-D_{eerstelijns}/10} \right] \quad (6.1)$$

Per sector van de beschouwde deel-lijnbron wordt een doorlopende eerstelijnsbebouwing gedefinieerd, met vaste gemiddelde afstand en gemiddelde nokhoogte. De fractie p is de verhouding tussen de onbebouwde lengte en de totale eerstelijns lengte binnen de beschouwde sector.

De waarde van D_{SKM} voor SKM1 wordt begrensd op 20 dB.

$D_{verstrooiing}$ volgt uit de horizontale afstand s door het bebouwde gebied naar de beschouwde ontvanger (projectie op het horizontale vlak van het overdrachtspad voor zover het door het beschouwde bebouwde gebied loopt) en de gemiddelde vrije weglengte L_v in dat bebouwde gebied achter de eerstelijns bebouwing:

$$D_{\text{verstrooiing}} = 4,3 \left(\frac{s}{L_v} \right) - 10 \lg \left[1 + 2 \left(\frac{s}{L_v} \right)^{1,5} e^{\frac{s}{12L_v}} \right] \quad (6.2a)$$

N.B. hierbij is $\alpha = 0,6$ aangehouden, hetgeen in een beperkte opslingering door reflecties kan resulteren

Als de doorlopen bebouwde gebieden duidelijk verschillen in eigenschappen (L_v), dan kan dit worden verwerkt als aangegeven in vergelijking (6.2b), waarbij voor deelgebied i de vrije weglengte $L_{v,i}$ geldt en de doorlopen afstand s_i en onbebouwde gebieden geen bijdrage leveren ($L_v \rightarrow \infty$):

$$\frac{s}{L_v} \rightarrow \sum_i \frac{s_i}{L_{v,i}} \quad (6.2b)$$

$D_{\text{eerstelijijn}}$ volgt uit de afscherming door het bebouwing vervangende scherm, afhankelijk van horizontale afstanden $r_{b,el}$, $r_{el,o}$ en hoogten z_b , z_{el} en de verzwakking D_{lokaal} door verstrooiing van het afgeschermd geluid, afhankelijk van de gemiddelde vrije weglengte en de gemiddelde nokhoogte. Hierbij wordt de afscherming berekend naar een ontvangpositie op een hoogte van 3 meter boven de gemiddelde nokhoogte van de bebouwing, met een minimum van 4 meter ten opzichte van het plaatselijk maaiveld.

$$D_{\text{eerstelijijn}} = D_{\text{afscherming}} + D_{\text{lokaal}} \quad (6.3a)$$

met:

$$D_{\text{afscherming}} = 10 \lg(C_{\text{bron}} \cdot \Delta r + 3) \quad (6.3b)$$

met:

$$\begin{aligned} z_e &= z_{el} - \frac{r_{b,el} r_{el,o}}{26(r_{b,el} + r_{el,o})} \\ r_d &= \sqrt{(r_{b,el} + r_{el,o})^2 + (z_{nok} + 3 - z_b)^2} \\ r_t &= \sqrt{r_{b,el}^2 + (z_e - z_b)^2} + \sqrt{r_{el,o}^2 + (z_e - z_{nok} - 3)^2} \\ \text{als } z_e > z_b + \frac{r_{b,el}}{r_{b,el} + r_{el,o}}(z_{nok} + 3 - z_b) \text{ dan } \Delta r &= r_t - r_d \\ \text{anders } \Delta r &= r_d - r_t \end{aligned} \quad (6.3c)$$

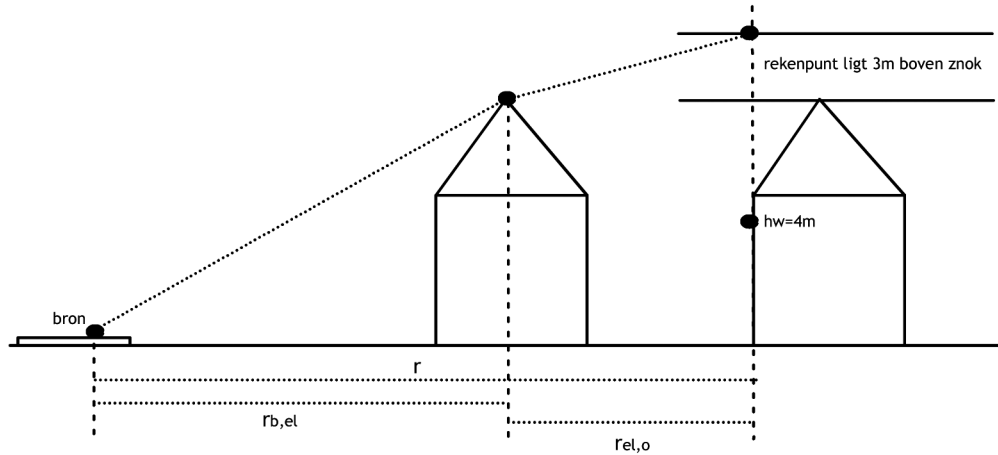
en

$$\begin{aligned} D_{\text{lokaal}} &= 0 \text{ als } L_v > 400 \text{ m} \\ \text{als } z_{nok} > 8 \text{ m} : D_{\text{lokaal}} &= \min \left[11,7 - 4,5 \lg L_v + (z_{nok} - 8); 10 \lg \left(1 + \frac{10^8}{L_v^4} \right) \right] \\ \text{als } 4 \text{ m} < z_{nok} < 8 \text{ m} : D_{\text{lokaal}} &= (z_{nok} / 4 - 1)(11,7 - 4,5 \lg L_v) \\ \text{als } z_{nok} < 4 \text{ m} : D_{\text{lokaal}} &= 0 \text{ dB} \end{aligned} \quad (6.3d)$$

en

C_{bron} voor wegverkeer gelijk aan 40 en voor spoorwegverkeer gelijk aan 80.

Afstanden worden bepaald vanaf het snijpunt van het sectorvlak met de deellijnbron. In figuur 2 zijn de drie gebruikte afstandstermen grafisch weergegeven.



Figuur 2: Definitie van afstandstermen r , $r_{b,el}$ en $r_{el,o}$

Als de bronlijn binnen het aandachtsgebied uit één stuk bestaat en geen knip wordt toegepast dienen de afstandstermen s in formule 6.2a en $r_{b,el}$ en $r_{el,o}$ in de formule 6.3c met $\sqrt{2}$ vermenigvuldigd te worden.

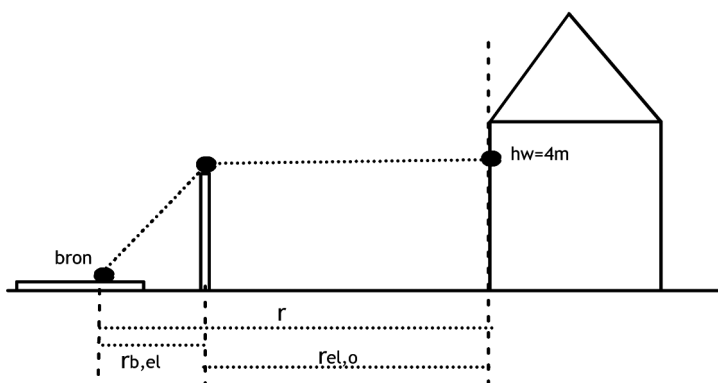
Wanneer een scherm tussen de bron en de eerstelijsbebauwing geplaatst is, kan de volgende procedure worden aangehouden:

- voor de bepaling van de gevelbelasting op de eerstelijsbebauwing wordt de schermwerking met de term D_{SKM} volgens formule 6.1 en formule 6.3 berekend, met $p = 0$ en $D_{lokaal} = 0$ (zie figuur 3);
- voor de bepaling van de gevelbelasting op de bebouwing achter de eerstelijs wordt de term D_{SKM} toegepast achter het maatgevende scherm van ofwel het scherm ofwel de eerstelijsbebauwing (zie figuur 4). De situatie met de hoogste waarde voor D_{SKM} is bepalend.

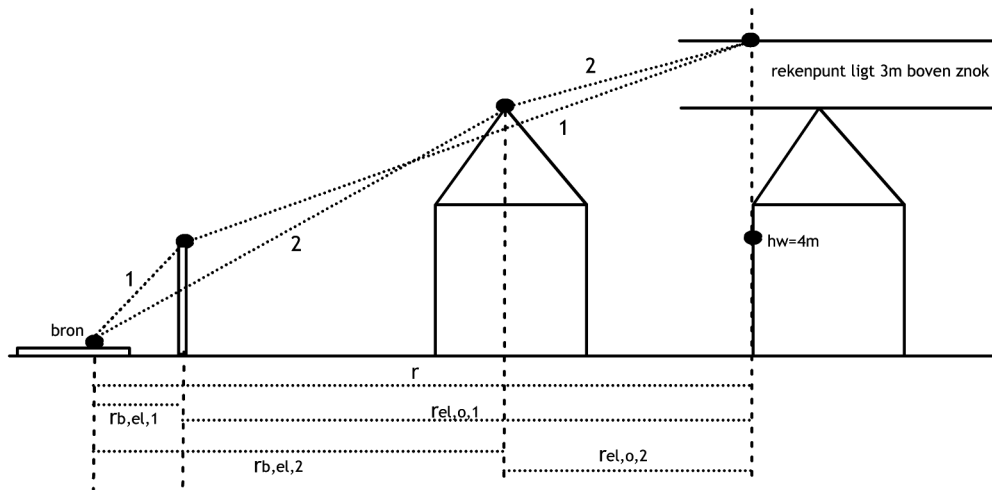
Wanneer geen scherm aanwezig is wordt het geluidniveau voor het bebouwing vervangende scherm berekend volgens SRM1, met inbegrip van de wijzigingen in het toepassingsgebied volgens dit voorschrift.

Voor schermen geldt dat afhankelijk van het profiel van het scherm $D_{afscherming}$ volgens formule (6.3b) wordt verminderd met de profielafhankelijke correctieterm C_p (zie bijlage III of bijlage IV); als dit leidt tot een negatieve waarde wordt $D_{afscherming}$ gelijk aan nul gesteld.

Als bij spoorwegverkeer het scherm aan de spoorzijde niet volledig absorberend of tenminste 15 graden hellend is uitgevoerd, wordt de hoogte van het scherm boven BS gereduceerd met een factor $(1+a)/2$, waarin a de fractie van het scherm is dat absorberend is uitgevoerd.



Figuur 3: Afstand tot eerstelijsbebauwing bij scherm



Figuur 4: Afstand tot tweedelijnsbebouwing bij scherm voor berekening van de bepalende schermwerking

6.3 D_{SKM} in SKM2

De eerstelijns bebouwing wordt gevormd door de gebouwen die loodrecht vanuit de bron gezien het dichtst bij liggen, waarbij gebouwen met een hoogte minder dan 4 meter en gebouwen met een hoogte die geringer is dan de bronhoogte buiten beschouwing worden gelaten. Voor de selectie wordt een strook beschouwd langs de bronlijn die zich uitstrekt van het binnen het aandachtsgebied dichtst bij de bronlijn gelegen gebouw tot drie keer die afstand met een maximale strookbreedte van 300 meter. Deze bebouwing vormt tevens de basis voor de rand van het bebouwde gebied (zie de modelleringsregels, paragraaf 6.4).

Het geluidniveau buiten het bebouwde gebied wordt berekend volgens SRM2, waarbij de overdrachtsituaties volledig gemodelleerd worden, inclusief de objecten die voor de bepaling van de eerstelijns bebouwing buiten beschouwing zijn gelaten.

Voor het geluidniveau binnen het bebouwde gebied is D_{SKM} van toepassing. D_{SKM} is – per sector – samengesteld uit $D_{eerstelijns}$ of $D_{verstrooiing}$, afhankelijk van het feit of de ontvanger al dan niet is afgeschermd door de eerstelijns bebouwing.

Bij afscherming wordt het geluidniveau achter de eerstelijns bebouwing berekend door voor de gegeven situatie het geluidniveau te berekenen voor een ontvangpositie op een hoogte van 3 m boven de gemiddelde nokhoogte van de bebouwing in het bebouwde gebied, met een minimum van 4 meter ten opzichte van het plaatselijk maaiveld, waarbij de bebouwing buiten beschouwing wordt gelaten en de bodem vanaf de rand van het bebouwde gebied als hard wordt ingevoerd. Dit geluidniveau wordt verminderd met D_{SKM} voor die ontvangpositie.

Als er geen afscherming door de eerstelijns bebouwing plaatsvindt wordt het geluidniveau in het bebouwde gebied berekend door voor de gegeven situatie het geluidniveau te berekenen voor een ontvangpositie op een hoogte van 4 m boven het maaiveld waarbij de bebouwing buiten beschouwing wordt gelaten en de bodem vanaf de rand van het bebouwde gebied als hard wordt ingevoerd, en dit geluidniveau met D_{SKM} voor die ontvangpositie te verminderen.

Als tussen bron en ontvangpositie geen afscherming optreedt door eerstelijnsbebouwing geldt $D_{SKM} = D_{verstrooiing}$ volgens formule (6.2) voor elke octaafband. Als wel afscherming optreedt geldt $D_{SKM} = D_{eerstelijns}$ waarvoor per octaafband een berekening volgt volgens formule (6.3), waarbij $C_{bron} = f_{m,oct}/10$ en in geval van een geluidscherm nabij de bron is h_b de hoogte van dat geluidscherm en $r_{b,el}$ de afstand tussen dat geluidscherm en de eerstelijnsbebouwing. Ook hier wordt de afscherming berekend naar een ontvangpositie op een hoogte van 3 meter boven de gemiddelde nokhoogte van de bebouwing, met een minimum van 4 meter ten opzichte van het plaatselijk maaiveld, waarbij de bebouwing buiten beschouwing wordt gelaten en de bodem vanaf de rand van het bebouwde gebied als hard wordt gemodelleerd.

De waarde van D_{SKM} voor SKM2 wordt per octaafband begrensd op 20 dB.

6.4 Modelleringsregels

SKM1

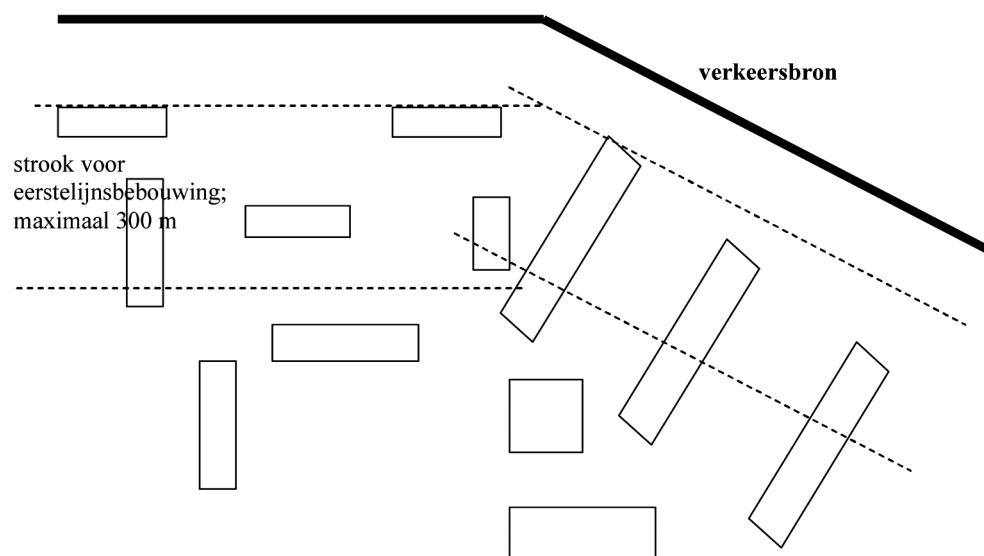
(situatievoorbeeld figuur 5: modellering voor SKM1 figuur 6)

- de situatie mag in twee (of meer bij spoorwegen) sectoren worden opgedeeld, afhankelijk van de bron situatie en/of de gebouwsituatie (eerstelijns en/of achterliggend bebouwd gebied). Als de situatie volledig homogeen is, en toch een opdeling wenselijk is vindt die opdeling plaats door het middelloodvlak;
- de overdracht naar de ontvangpositie wordt beschouwd vanaf het snijpunt van het sectorvlak (bissectricevlak van de sector) met de bronlijn; de bodem in het bebouwde gebied – vanaf het de eerstelijnsbebouwing vervangende scherm – wordt daarbij als hard gemodelleerd;
- de eerstelijns bebouwing wordt vervangen gedacht door een scherm evenwijdig aan de bronlijn met een hoogte gelijk de gemiddelde hoogte en een afstand gelijk aan de gemiddelde afstand van die eerstelijnsbebouwing; bij het bepalen van de gemiddelde afstand en de gemiddelde hoogte worden van de eerstelijnsbebouwing alleen die gebouwen beschouwd waarvoor de afstand niet meer dan een factor 1,5 groter is dan voor het gebouw op de kortste afstand;
- bepaal de gemiddelde vrije weglengte aan de hand van alle gebouwen in het beschouwde gebied binnen het vervangende scherm voor de eerstelijns bebouwing, met een nokhoogte van meer dan 5 m t.o.v. het plaatselijk maaiveld, aan de hand van de gebouwdichtheid n , bebouwingsdichtheid f en de gemiddelde gebouwomtrek O ;
- deel desgewenst het bebouwde gebied op in deelgebieden die een zo homogeen mogelijke bebouwing hebben, maar niet kleiner zijn dan $100 \times 100 \text{ m}^2$.

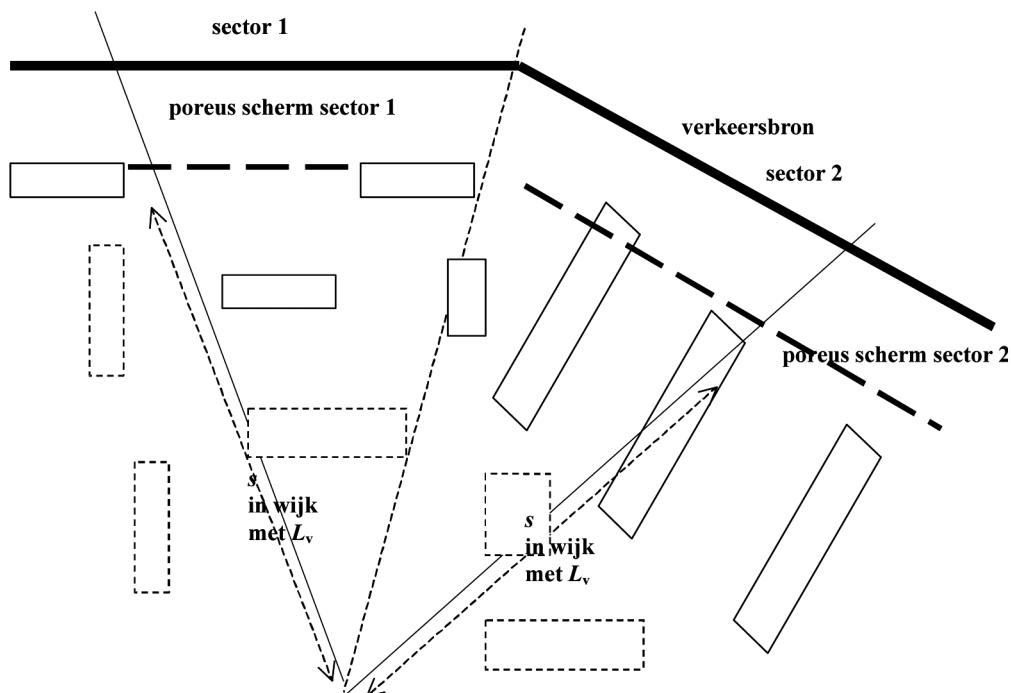
SKM2

(situatievoorbeeld figuur 5: modellering voor SKM2 figuur 7)

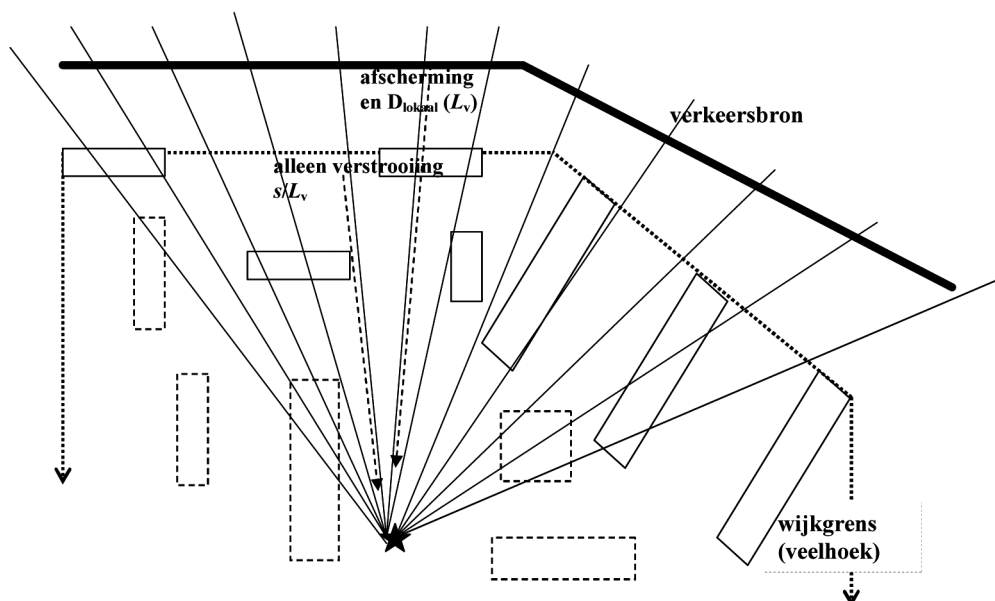
- de situatie wordt in het gebruikelijke aantal sectoren opgedeeld;
- de eerstelijnsbebouwing wordt als object in de berekening meegenomen, zodanig dat reflecties alleen naar de overzijde van de bronlijn in rekening kan worden gebracht (reflecterende voorzijde);
- als hoogte voor deze eerstelijnsbebouwing geldt z_{nok} en als objectpositie de positie van deze z_{nok} of, als dit overal gelijk is, de positie van het dichtst bij de bron liggende objectvlak;
- als bebouwd gebied (wijk) wordt het gebied beschouwd dat door de veelhoek van de laagste mogelijke orde de eerstelijns bebouwing omsluit; binnen dit gebied wordt de bodem als hard gemodelleerd;
- bepaal de gemiddelde vrije weglengte aan de hand van de gebouwen in dit bebouwde gebied met een nokhoogte van meer dan 5 m t.o.v. het plaatselijk maaiveld, aan de hand van de gebouwdichtheid n , bebouwingsdichtheid f en de gemiddelde gebouwomtrek O ; laat voor de gemiddelde nokhoogte duidelijk hogere gebouwen, meer dan een factor 5 t.o.v. het gemiddelde, buiten beschouwing;
- deel desgewenst het bebouwde gebied op in deelgebieden die een zo homogeen mogelijke bebouwing hebben, maar niet kleiner zijn dan $100 \times 100 \text{ m}^2$.



Figuur 5: Situatie voorbeeld



Figuur 6: Situatie voorbeeld SKM1



Figuur 7: Situatie voorbeeld SKM2

7. Bepaling van geluidcontouren

Om geluidcontouren te bepalen is het niet noodzakelijk op alle gevels van woningen een rekenpunt te leggen. Er kan volstaan worden met te rekenen voor een grid van punten waarna middels interpolatie-technieken de geluidcontouren van 55, 60, 65, 70 en 75 dB L_{den} bepaald worden.

Minimale eisen ten aanzien van het rekengrid

Aangezien het invallende geluid op de gevels van woningen bepaald dient te worden dient er bij de keuze van de reken- en gridpunten rekening gehouden te worden met reflecties van de gevel van de te beschouwen woningen:

- bij punten die gelegen zijn vòòr de bebouwing (eerstelijns of voor de eerste lijn) dient geen reflectie meegenomen te worden naar het ontvangerpunt;

- bij punten in de bebouwde woonwijk wordt het berekende geluidsniveau geacht reeds zonder bijdrage van een achterliggende gevel te zijn.

Voor eerstelijnsbebouwing

De punten worden in elk geval op de gevels van de eerstelijnsbebouwing gelegd.

Achter eerstelijnsbebouwing

De punten in het rekengrid worden zodanig neergelegd dat voor twee rekenpunten achter de eerstelijnsbebouwing waartussen geïnterpoleerd wordt een verschil in berekende waarde van maximaal 3 dB optreedt.

Verdere eisen ten aanzien van interpoleren

Interpoleren tussen rekenpunten mag wanneer deze rekenpunten niet aan weerszijden van een bepaalde lijnbron liggen. Het interpoleren geschiedt op een lineaire wijze.

Eisen ten aanzien van cumulatie

Voor elk rekenpunt zal wat betreft wegverkeer en spoorwegverkeer afzonderlijk de bijdragen tot 45 dB L_{den} en 40 dB L_{night} van verschillende wegen of spoorwegen worden meegenomen om het gecumuleerde geluidsniveau te bepalen.

Als vuistregel kan worden aangehouden dat buitenstedelijk met een maximale afstand tussen bron en ontvanger van 1000 meter gerekend dient te worden, en binnenstedelijk 600 meter.

Toelichting bij bijlage VII

Algemeen

Er zijn twee methoden voor geluidkartering beschikbaar: de Standaardkarteringsmethode 1 (SKM1) en Standaardkarteringsmethode 2 (SKM2):

- SKM1 is gerelateerd aan de dB(A)-rekenmethoden SRM1 van bijlage III en IV;
- SKM2 is gerelateerd aan de octaafbandrekenmethoden SRM2 van bijlage III en IV.

SKM1 en SKM2 zijn voor zowel weg- als spoorwegverkeerslawaaiberekeningen van toepassing. De meest in het oog springende wijziging is de DSKM-methode, die gebruikt wordt om geluid achter de eerstelijnsbebouwing te bepalen. De overwegingen bij het opstellen van deze methode zijn opgenomen in de toelichting op dit karteringsvoorschrift.

Geometrische situatie

Formeel is nu vastgelegd dat voor kartering met de rekenmethoden 1, het plaatsen van één knip in een rijlijn voor wegverkeer en het plaatsen van meerdere knippen in rijlijnen voor spoorwegverkeer is toegestaan. Hiermee kan de bronlijn worden opgedeeld in deel-bronlijnen waarvoor van een uniforme bron en een homogene geluiduitbreiding kan worden uitgegaan. Het onderscheid tussen weg- en spoorwegverkeer is gemaakt omdat bij spoorwegverkeer meerdere grotere emissiesprongen kunnen voorkomen en derhalve vaker knippen wenselijk is.

Zichthoekcorrectie

Door de introductie van knippen in de rekenmethode 1 is een zichthoekcorrectie nodig die eveneens reeds langer informeel gebruikt werd. De term die corrigeert voor het de lagere emissie als gevolg van de kleinere zichthoek is D_{zicht} .

Dipoolcorrectie

Voor spoorwegverkeer is vanwege het kenmerkende dipoolkarakter van de geluidafstraling van treinen een tweede correctie nodig op het bronvermogen wanneer een rijlijn in stukken geknipt wordt. Hiertoe is de term D_{dipool} in de SKM1 geïntroduceerd. Zonder deze term zou bijvoorbeeld achter de uiteinden van een scherm de geluidniveaus worden overschat.

Toepassingsbereik

Door de mogelijkheid de bronlijn in de rekenmethoden 1 op te splitsen, knippen toe te staan, heeft de SKM1 methode een breder toepassingsgebied dan SRM1. Dit toepassingsbereik is nu zodanig dat

veronderstelt wordt dat voor de specifieke te karteren gebieden de niet-spectrale en spectrale methoden naast elkaar breed toepasbaar zijn.

D_{SKM}

Om diffractie- en afschermingseffecten van het geluid achter de eerstelijnsbebouwing te bepalen is de verzamelterm D_{SKM} in het leven geroepen. Zoals vermeld is de D_{SKM} in feite het gezicht van de onderhavige methode. De naam voor deze term is bewust afwijkend gekozen van de voor de handliggende D_{huis} omdat deze term qua opzet en inhoud nieuw is en zeker niet verward moet worden met al bestaande termen die op een of andere manier de effecten van geluidverstrooiing achter gebouwen verdisconteren.

De term D_{SKM} wordt in beide rekenmethode samengesteld uit de mate van afscherming en verstrooiing middels de term $D_{eerstelijns}$ en de mate van reflectie en verstrooiing middels de term $D_{verstrooiing}$.

- de mate van afscherming wordt bepaald met als parameter de effectieve objecthoogte: voor SKM1 is dit, per knip, een geluidscherm of de eerstelijnsbebouwing, bij SKM2 is dit, per sector, altijd de eerstelijnsbebouwing, aangezien een geluidscherm al in de rekenmethode verdisconteerd is;
- de mate van verstrooiing tussen gebouwen wordt bepaald in het horizontale vlak en de mate van verstrooiing na afscherming in het verticale vlak;
- de waarde van D_{SKM} is voor beide rekenmethoden begrensd op 20 dB(A).

Voor beide methode SKM1 en SKM2 is de invulling van D_{SKM} zoveel mogelijk analoog uitgewerkt, maar het is desondanks onvermijdelijk voor beide methoden de term apart toe te lichten.

SKM1

Tot aan de eerstelijns bebouwing wordt voor situaties zonder schermen het geluidniveau op 4 m hoogte volgens SRM1 bepaald, rekening houdend met de uitbreidingen ten gevolge van het mogen toepassen van knippen. Dan geldt natuurlijk $D_{SKM} = 0$ dB.

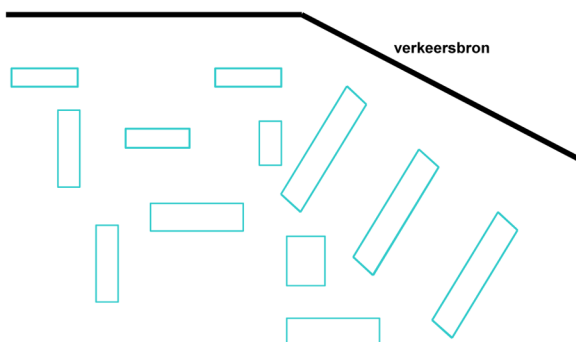
De systematiek om binnen SKM1 het geluidniveau voor een gegeven waarneempunt op 4 m hoogte in een wijk (dus achter een scherm of eerstelijnsbebouwing) te bepalen is als volgt (zie ook figuur 1):

- Bepaal de eerstelijnsbebouwing per (deel)lijnbron
- Bepaal de porositeit p (ook wel: mate van openheid) van de eerstelijnsbebouwing
- Bepaal de gemiddelde nokhoogte z_{nok} van de bebouwing achter de eerstelijnsbebouwing
- Bereken het geluidniveau op 3m boven z_{nok} zonder invloed van de bebouwing
- Verminder dit resultaat met de waarde D_{SKM}

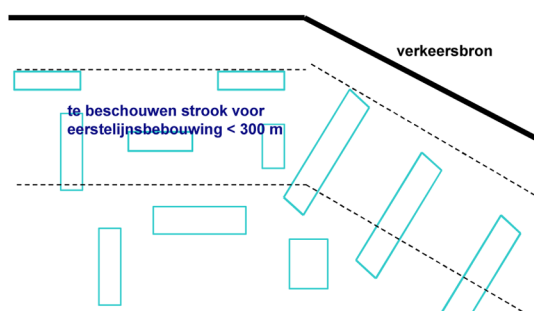
In figuur 2 is samengevat hoe in SKM1 een geluidniveau in een wijk berekend dient te worden:

- Bepaal geluidniveau op de eerstelijnsbebouwing en op 3m boven z_{nok} in de wijk;
- Bepaal D_{SKM} ;
- Bij zowel een scherm als een eerstelijnsbebouwing geldt dat voor een bepaald punt in de wijk het object dat de grootste omweg oplevert beschouwd dient te worden.

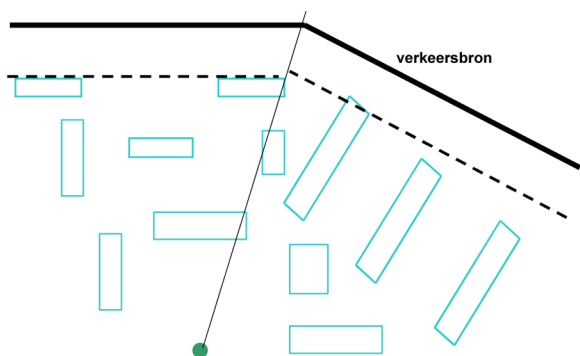
Voorbeeld 1: bepaling D_{SKM} in SKM1



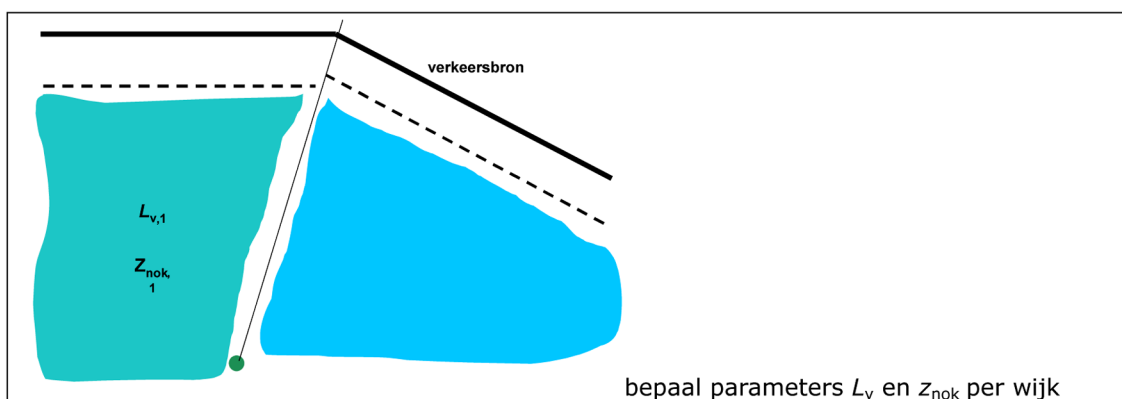
situatieschets met één knip



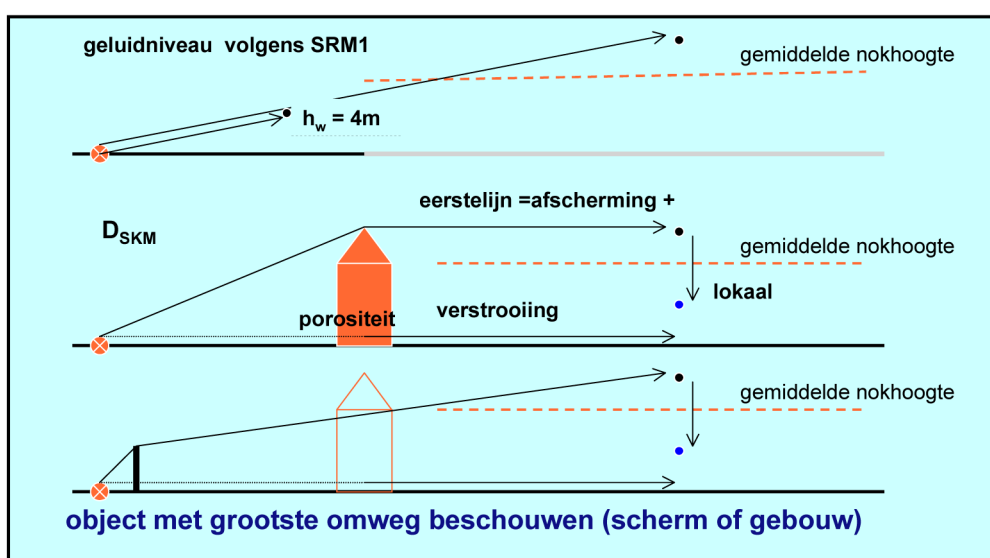
bepaal te beschouwen strook



bepaal parameter p per knip



Figuur 1: Systematiek van de bepaling van D_{SKM} in SKM1



Figuur 2: Samenvatting van berekening in SKM1



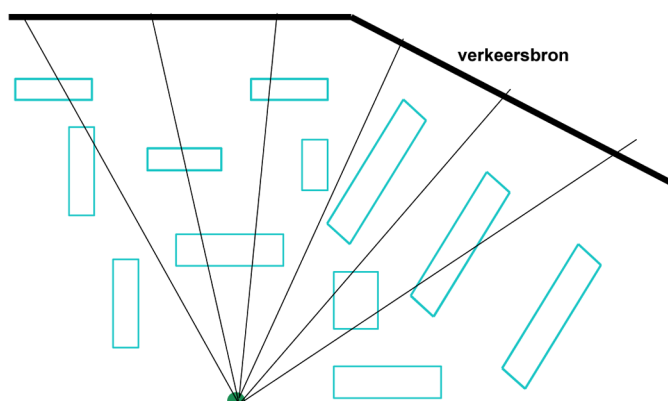
SKM2

Ook hier geldt natuurlijk dat tot de eerstelijns bebouwing het geluidniveau op 4 m hoogte volgens SRM2 wordt berekend, maar dan per sector en rekening houdend met aanwezige schermen nabij de bron met $D_{SKM} = 0$ dB.

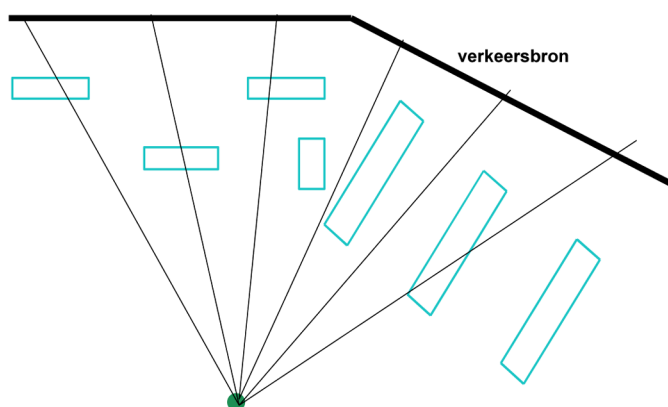
De systematiek om binnen SKM2 het geluidniveau voor een gegeven waarneempunt op 4 m hoogte in een wijk (dus achter of tussen de eerstelijnsbebouwing) te bepalen is als volgt (zie ook figuur 3):

- Bepaal per sector of er sprake is van afscherming
- Indien er geen sprake is van afscherming: bereken niveau op 4 m boven maaiveld en $D_{SKM} = D_{verstrooiing}$, met de zelfde gegevens en formule als bij SKM1 met de zelfde waarde voor elke octaafband.
- Indien er wel sprake is van afscherming: bereken niveau op 3 m boven z_{nok} en $D_{SKM} = D_{eerstelijns}$, zoals gegeven voor SKM1 maar dan per octaafband met $C_{bron} = f_{m,oct}/10$

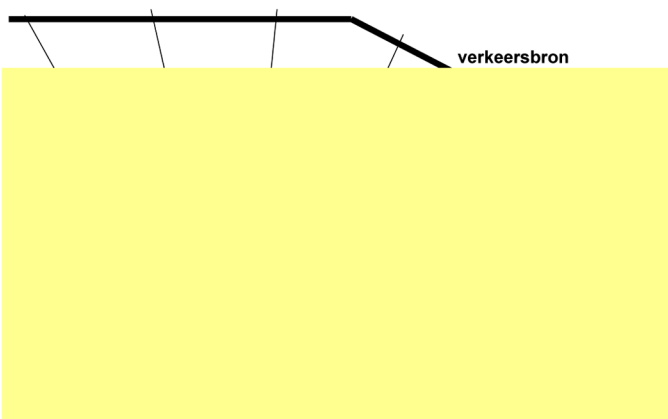
Voorbeeld 1: bepaling D_{SKM} in SKM2



deel op in sectoren

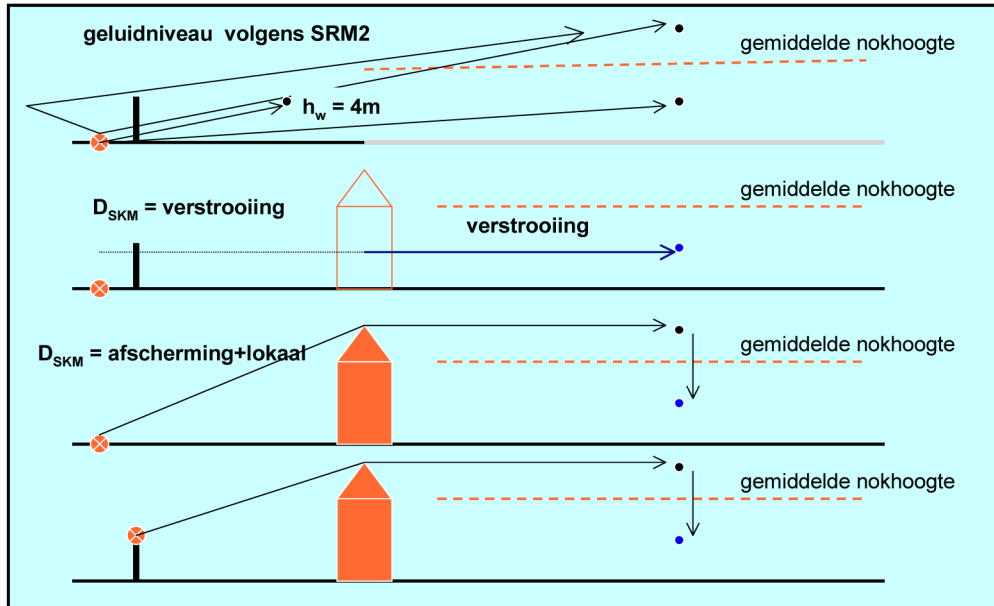


bepaal afschermende bebouwing



bepaal parameters voor de wijk

Figuur 3: Systematiek van de bepaling van DSKM in SKM2



Figuur 4: Samenvatting van berekening in SKM2

In figuur 4 is samengevat hoe in SKM2 een geluidniveau in een wijk per segment berekend dient te worden:

- Bepaal bij een scherm zonder achterliggende bebouwing het geluidniveau conform SRM2
- Bepaal bij een scherm met achterliggende 'open' bebouwing het geluidniveau in de wijk middels gebruikmaking van de term $D_{\text{verstrooiing}}$
- Bepaal bij alleen een afschermende eerstelijnsbebouwing de term $D_{\text{eerstelijns}}$
- Reken bij een scherm met de geluidbron gedacht op de top van het scherm.

De gemiddelde vrije weglengte in de wijk L_v karakteriseert op de zelfde wijze als bij SKM1 de verstrooiing in de wijk waardoor de beschouwde sector loopt. Hiervoor kan voor een hele wijk de zelfde gemiddelde waarde worden aangehouden, maar desgewenst kan ook verfijnder worden gewerkt door deelwijken te beschouwen of grover door typerende getallen voor een bepaald soort wijk te hanteren.



TOELICHTING

Algemeen

1. Inleiding

De bepalingen in deze regeling strekken ter uitvoering van de Wet geluidhinder, van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer en van de Invoeringswet geluidproductieplafonds.¹ In hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer is het systeem van geluidproductieplafonds voor rijksinfrastructuur neergelegd. Daarnaast wordt met de bepalingen in deze regeling uitvoering gegeven aan de implementatie van de Europese richtlijn omgevingslawaai.²

Deze regeling bevat regels over het akoestisch onderzoek en rekenregels voor de uitvoering van de Wet geluidhinder en hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. De regels zien op het berekenen van het equivalent geluidsniveau en de geluidsbelasting vanwege industrieterreinen, wegen en spoorwegen die onder de Wet geluidhinder vallen en op het berekenen van het equivalent geluidsniveau en de geluidproductie van wegen en spoorwegen die onder de Wet milieubeheer vallen.

2. Aanleiding en achtergrond

Hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer maakt deel uit van de gefaseerde herziening van de Wet geluidhinder. De eerste stap in deze gefaseerde herziening was de implementatie van de Europese richtlijn omgevingslawaai in de Wet geluidhinder (Stb. 2004, 338). Daarna is met de wet houdende wijziging van de Wet geluidhinder (modernisering instrumentarium geluidbeleid, eerste fase, Stb. 2006, 350) een aantal wijzigingen doorgevoerd in de Wet geluidhinder. De invoering van hoofdstuk 11 in de Wet milieubeheer³ maakt deel uit van een volgende fase en behelst een meer fundamentele herziening van het geluidbeleid. Bovendien wordt in deze fase de eerste stap gezet in de integratie van de Wet geluidhinder in de Wet milieubeheer. Met de inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer worden de geluidproductieplafonds als instrument voor de rijksinfrastructuur ingevoerd. De zogenoemde plafondsysteematiek houdt globaal in dat er aan weerszijden van de betrokken wegen en spoorwegen een keten van referentiepunten komt te liggen, waarop geluidproductieplafonds worden vastgesteld. Op een referentiepunt mag de geluidproductie vanwege een weg niet hoger zijn dan het vastgesteld geluidproductieplafond. Deze bovengrens aan de geluidproductie van de weg heeft tevens een bovengrens tot gevolg op geluidsgevoelige objecten in de omgeving. De plafonds moeten worden nageleefd door de beheerder van de weg of spoorweg. De hoogte van een geluidproductieplafond kan alleen worden gewijzigd na het doorlopen van een met waarborgen omklede procedure.

Tot de inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer waren de rekenregels voor de uitvoering van de Wet geluidhinder opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 (hierna: RMV 2006). Hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer bevat echter nieuwe elementen waarvoor het RMV 2006 geen rekenregels bevatte. Het gaat dan met name om het berekenen van de geluidproductie vanwege een weg of spoorweg die onder de plafondsysteematiek valt. Voor de uitvoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer zijn dus nieuwe voorschriften nodig. De Wet geluidhinder blijft naast hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer in werking voor onder meer de wegen en spoorwegen die niet onder de plafondsysteematiek vallen. Door integratie van de rekenregels voor wegverkeerslawaai, spoorverkeerslawaai en industriellawaai in deze regeling, zijn deze regels makkelijk vindbaar en wordt mogelijke verwarring over de van toepassing zijnde regels voorkomen. Daarnaast worden bij de berekening in het kader van de Wet geluidhinder voor de projectie van geluidsgevoelige objecten ook de wegen en spoorwegen betrokken die onder de plafondsysteematiek vallen. De voorschriften inzake de geluidsbelasting binnen gebouwen en inzake de kartering zijn van toepassing op zowel wegen en spoorwegen die onder de plafondsysteematiek vallen als op wegen en spoorwegen die nog onder de zogenoemde zonesysteematiek van de Wet geluidhinder vallen.

Het is gebruikelijk de rekenvoorschriften periodiek te actualiseren opdat de berekende waarden goed blijven overeenstemmen met de werkelijkheid. Een dergelijke actualisatie bestaat meestal uit het op basis van metingen bijstellen van de kentallen in de geluidemissieformules voor bestaande voertuigen en spoorconstructies. Daarnaast kan de actualisatie ook bestaan uit het toevoegen van kentallen voor nieuwe voertuigsoorten en spoorconstructies. In het verleden is het voorschrift onder meer in 1996,

¹ Kamerstukken I 2010/11, 32 625, A.

² Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai (PbEG L 189).

³ Kamerstukken I 2010/11, 32 252, A.

2002 en 2007 geactualiseerd. De onderhavige regeling is ook gebaseerd op de actuele stand van zaken.

3. Hoofdlijnen

De regeling volgt dezelfde structuur als het RMV 2006, met aparte hoofdstukken voor de verschillende onderwerpen. Hoofdstuk 1 bevat enkele algemene bepalingen. Het gaat onder meer om de wijze van rapportage van een akoestisch onderzoek, de afrondingsregels en de berekeningswijze van cumulatie van verschillende bronnen. De hoofdstukken 2, 3 en 4 bevatten de regels voor het bepalen van het equivalent geluidsniveau en de geluidsbelasting vanwege industrieterreinen, wegen en spoorwegen binnen het kader van de Wet geluidhinder. In hoofdstuk 5 zijn de nieuwe regels opgenomen voor het bepalen van het equivalent geluidsniveau, de geluidproductie en de geluidsbelasting vanwege wegen en spoorwegen binnen het kader van de Wet milieubeheer. Hoofdstuk 6 bevat de regels voor het bepalen van de geluidsbelasting binnen gebouwen, zowel in het kader van de Wet geluidhinder als van de Wet milieubeheer. Hoofdstuk 7 bevat de karteringsvoorschriften voor het opstellen van de geluidsbelastingkaarten.

Ten algemene gebeurt de bepaling van de geluidsbelasting of de geluidproductie met een tussenstap. Die tussenstap betreft de bepaling van de zogenoemde equivalente geluidsniveaus. Daarin wordt voor de dag, de avond en de nachtperiode afzonderlijk het equivalent geluidsniveau bepaald. Op basis hiervan kan met een eenvoudige rekensom de geluidsbelasting of geluidproductie worden vastgesteld. Als het een geluidsbelasting of geluidproductie in L_{den} of L_{night} betreft, dan is deze rekensom beschreven in de Richtlijn omgevingslawaai. Daarbij geldt voor de dag-, avond en nachtperiode dat deze lopen van respectievelijk 7 tot 19, 19 tot 23 en van 23 tot 7 uur. Voor de overige geluidsbelastingen, zoals bijvoorbeeld de etmaalwaarde, wordt in de betreffende wet de rekensom beschreven.

Aangezien de regeling op twee wetten berust, is in de eerste artikelen van de hoofdstukken 3, 4, 5 en 7 aangegeven waarop de hoofdstukken van toepassing zijn. Vooral bij de hoofdstukken 3, 4 en 5 zou anders onduidelijkheid kunnen ontstaan welke rekenregels van toepassing zijn. Zowel de Wet geluidhinder als de Wet milieubeheer zien immers op wegverkeerslawaai en op spoorverkeerslawaai. Daarnaast zijn de begripsbepalingen van de Wet geluidhinder en de Wet milieubeheer niet op alle punten gelijk. De in artikel 1 van de Wet geluidhinder en in artikel 11.1 van de Wet milieubeheer opgenomen begripsbepalingen werken door in de onderliggende regelgeving. In onderhavige regeling is in ieder hoofdstuk nog een aantal begrippen gedefinieerd, mede dus afhankelijk van de grondslag van het hoofdstuk.

Hoofdstuk 1 bevat de algemene bepalingen en is op alle onderwerpen van toepassing. Het onderwerp van hoofdstuk 2, industrielawaai, is enkel in de Wet geluidhinder geregeld. Met de invoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer zijn de regels van de Wet geluidhinder voor spoorwegen enkel nog van toepassing op spoorwegen, geplaatst op de kaart, bedoeld in artikel 106, eerste lid, onderdeel a, van de Wet geluidhinder (hierna: de zonekaart). Het gaat om spoorwegen die geen hoofdspoorweg zijn, maar wel het karakter van een afzonderlijke (niet aan een weg verbonden) spoorweg hebben. Het toepassingsbereik van hoofdstuk 4 is beperkt tot deze spoorwegen. De meeste spoorwegen zijn geplaatst op de geluidplafondkaart en vallen onder hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. De rekenregels voor deze spoorwegen zijn opgenomen in hoofdstuk 5 van deze regeling. De spoorwegen die niet op de geluidplafondkaart staan en niet op de zonekaart, worden in het kader van de Wet geluidhinder aangemerkt als weg of een deel van een weg. Hoofdstuk 3 bevat een aparte bepaling hoe het equivalent geluidsniveau van een dergelijke weg moet worden berekend.

Ten opzichte van het RMV 2006 zijn in de hoofdstukken 2, 3 en 4 enkele inhoudelijke bepalingen vervallen, omdat deze ook in de bijbehorende bijlagen zijn opgenomen. Dit waren in feite overbodige bepalingen. Het gaat om de artikelen 2.2, eerste lid, 3.3, 3.5, 3.6, 4.2 en 4.5 van het RMV 2006.

De karteringsvoorschriften ten behoeve van het opstellen van geluidsbelastingkaarten waren voor de inwerkingtreding van deze regeling opgenomen in de Regeling omgevingslawaai. De voorschriften die betrekking hebben op de rekenmethode zijn opgenomen in hoofdstuk 7 van deze regeling. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de wegen en spoorwegen die onder de plafondsysteem vallen en wegen en spoorwegen die daar niet onder vallen. De overige bepalingen van de Regeling omgevingslawaai zijn opgenomen in de Regeling geluid milieubeheer.

Bij de regeling is een aantal bijlagen opgenomen. De onderwerpen van de bijlagen I, II, III en IV zijn in beginsel hetzelfde als van de bijlagen bij het RMV 2006: inhoud akoestisch rapport en cumulatie, geluidsbelasting vanwege industrielawaai, voorschriften voor wegverkeerslawaai in het kader van de Wet geluidhinder en voorschriften voor spoorverkeerslawaai in het kader van de Wet geluidhinder. De inhoud van bijlage V bij het RMV 2006 is verwerkt in hoofdstuk 6 van de onderhavige regeling.



Bijlage V bij deze regeling ziet op het bepalen van de geluidproductie van een weg of spoorweg die onder de plafondsysteem valt.

Bijlage VI bij de regeling bevat nadere voorschriften voor het akoestisch onderzoek in het kader van een saneringsplan. Bijlage VII bevat de standaardkarteringsmethoden 1 en 2. Deze karteringsmethoden waren voor de inwerkingtreding van deze regeling opgenomen in bijlage 3 bij de Regeling omgevingslawaaï.

In de bijlagen III en IV is een actualisatie doorgevoerd op basis van metingen. De actualisatie betreft een aanpassing van de geluidemissie van lichte motorvoertuigen en hogesnelheidstreinen. Daarnaast is de wegdekcorrectiemethode verbeterd waardoor de verandering van de geluideigenschappen gedurende de levensduur beter wordt meegenomen. Tevens zijn de spoorvoertuigcategorieën geactualiseerd op basis van nieuwe treintypen en zijn kentallen voor nieuwe spoorconstructies opgenomen. De actualisatie zal er toe leiden dat berekende waarden beter overeenstemmen met de werkelijkheid.

4. Verhouding tot bestaande regelgeving

De regeling vervangt het RMV 2006 en vervangt ten dele de Regeling omgevingslawaaï. Deze regelingen worden dan ook ingetrokken. Voor de volledigheid is de artikelsgewijze toelichting bij de artikelen in deze regeling die nog overeenkomen met de artikelen in het RMV 2006, in deze toelichting overgenomen. Op relevante punten is de toelichting geactualiseerd of aangevuld.

5. Uitvoering en handhaving

De regeling wordt toegepast door weg- en spoorwegbeheerders en door gemeenten bij procedures om een industrieterrein, een weg of spoorweg of het gebruik daarvan te wijzigen of in geval van woningbouw bij deze bronnen. Het resultaat van de berekeningen wordt vastgelegd in een akoestisch rapport dat doorgaans onderdeel wordt van een besluit. Belanghebbenden kunnen in de procedure tot vaststelling van het besluit ook de juistheid van het akoestisch onderzoek aanvechten. Zij hebben de mogelijkheid om dit ook in een beroepsprocedure aan te voeren. Het is derhalve niet noodzakelijk dat er een apart handhavingmechanisme op de naleving van deze regeling wordt gezet.

6. Financiële gevolgen voor rijksoverheid, burgers, bedrijven en andere overheden

De financiële gevolgen van deze regeling zijn voor de rijksoverheid, overige overheden en ProRail naar verwachting niet groter dan de financiële gevolgen van het RMV 2006.

Voor de uitvoering van de Wet geluidhinder moeten immers nog steeds berekeningen worden uitgevoerd, alleen deze kunnen inhoudelijk iets anders zijn. Voor een groot deel van de gebruikers, namelijk de gemeenten en provincies, zijn de voorschriften en de rekenmethoden overigens grotendeels gelijk gebleven.

Voor de beheerders van de wegen en spoorwegen die onder de plafondsysteem vallen, zijn nieuwe rekenmethoden opgenomen. Dit is echter onvermijdelijk, gelet op de invoering van de plafondsysteem die voortvloeit uit hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. De lasten die voortvloeien uit de invoering van de plafondsysteem hebben betrekking op het bevoegd gezag en de beheerders van de betrokken wegen en spoorwegen, dus de Minister van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en ProRail. Deze lasten zijn berekend in het kader van een onderzoek naar de bestuurslasten en de administratieve lasten ten gevolge van de invoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer.⁴ In paragraaf 6.1 van de memorie van toelichting behorende bij de wet van 24 november 2011 houdende wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer zijn de lasten reeds toegelicht.⁵

In dat onderzoek is nog niet voorzien in het gegeven dat de beheerders van een spoorweg, die onder de zonesysteem van de Wet geluidhinder valt, een emissieregister moeten bijhouden (artikel 4.3 van deze regeling). Dit leidt echter niet tot een wezenlijke toename van administratieve lasten. Voorheen moesten de betrokken beheerders immers deze gegevens ook verzamelen en aanleveren bij de Minister.

De regeling heeft geen financiële gevolgen voor burgers en andere bedrijven dan ProRail.

⁴ Onderzoek, getiteld *Swung – fase 1, Kosten en administratieve lasten*, uitgevoerd door Sight.

⁵ Kamerstukken II 2009/10, 32 252, nr. 3, blz. 79.

7. Advisering en consultatie

Bij het opstellen van de regeling is advies gevraagd van deskundigen van Rijkswaterstaat en ProRail. Ten opzichte van het RMV 2006 zit de grote vernieuwing immers in de regels voor wegen en spoorwegen die onder de plafondsysteem vallen: de rijkswegen en hoofdspoorwegen. Rijkswaterstaat en ProRail zijn de beheerders van deze infrastructuur en zullen dus met name de geluidberekeningen in het kader van de Wet milieubeheer uitvoeren. Het concept van de regeling is tevens afgestemd met de VNG.

8. Evaluatie

Hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer wordt tien jaar na inwerkingtreding van dat hoofdstuk geëvalueerd. Daarbij zal ook worden gekeken naar de werking van de onderliggende regelgeving. In dat kader wordt dus ook deze regeling betrokken in de evaluatie.

9. Inwerkingtreding/overgangsrecht

De inwerkingtreding van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 is gekoppeld aan de inwerkingtreding van de plafondsysteem: dat zal naar verwachting op een van de vaste verandermomenten zijn.

Een aantal besluiten dat op dat moment nog in procedure is, en waarbij gebruik is gemaakt van het RMV 2006, kunnen op grond van het overgangsrecht in de Invoeringswet geluidproductieplafonds onder het oude recht worden afgerond. Tevens kunnen besluiten waarvan het ontwerp binnen 3 maanden na het in werking treden van de plafondsysteem ter inzage is gelegd, onder het oude recht worden afgerond. Voor het vaststellen en goedkeuren van een bestemming met toepassing van de Wet geluidhinder geldt een langere termijn, namelijk 12 maanden.

Artikelsgewijs

Artikel 1.1

Dit artikel bevat begripsomschrijvingen voor het geluidregister, de gevel, de Minister en de plafondcorrectiewaarde. Daarbij wordt zowel naar de Wet geluidhinder als de Wet milieubeheer verwezen.

Wat betreft het begrip plafondcorrectiewaarde wordt het volgende opgemerkt. In de memorie van toelichting behorende bij de wet van 24 november 2011 houdende wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer⁶ wordt gesproken over 'een werkruimte'. Bij de inwerkingtreding van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer bedraagt de werkruimte voor wegen en spoorwegen waarvoor de geluidproductieplafonds zijn bepaald op basis van artikel 11.45, eerste lid, van de Wet milieubeheer: 1,5 dB.

Om deze werkruimte te verwerken in een rekenmethode wordt het begrip plafondcorrectiewaarde geïntroduceerd. Er is bewust gekozen voor de meer neutrale term 'plafondcorrectiewaarde', omdat het ook mogelijk is deze een andere waarde dan 1,5 dB te geven. Dat is onder meer wenselijk voor een goede vaststelling van de geluidproductieplafonds op grond van artikel 11.45, tweede lid van de Wet milieubeheer. Voor deze vaststelling vindt een vertaling van de gegevens uit de betreffende besluiten naar een geluidproductieplafond plaats.

De plafondcorrectiewaarde kan ook een negatieve waarde hebben, bijvoorbeeld -1 dB. Op deze manier kan succesvol bronbeleid doorwerken in de geluidproductieplafonds.

In de artikelen 3.8, 4.9, 5.3, 5.7 en 5.8 van deze regeling is bepaald hoe de plafondcorrectiewaarde in rekentechnische zin moet worden meegenomen in berekeningen van de geluidproductie en de geluidsbelasting.

De plafondcorrectiewaarde is onderdeel van de brongegevens van de geluidproductieplafonds. Dat is geregeld in de Regeling geluid milieubeheer. Het geluidregister bevat de brongegevens en dus ook alle plafondcorrectiewaarden.

⁶ Kamerstukken II 2009/10, 32 252, nr. 3.

Artikel 1.2

In dit artikel wordt bepaald aan welke eisen een rapport naar aanleiding van een akoestisch onderzoek ten minste moet voldoen. In hoofdstuk 1 van bijlage I is aangegeven welke informatie het akoestisch rapport in ieder geval dient te bevatten.

Als het akoestisch onderzoek is uitgevoerd volgens een meet- of rekenmethode op grond van onderhavige regeling, geeft dat over het algemeen goed inzicht in de invoergegevens, de tijdstippen, meteorologische omstandigheden en de resultaten van de berekeningen of metingen, alsmede de toegepaste methodiek en dergelijke. Deze inzichten worden neergelegd in een akoestisch rapport, waarin in ieder geval aandacht moet worden besteed aan zaken als welke meet- of rekenmethode is toegepast, welke invoergegevens zijn gebruikt en op welke wijze de resultaten zijn verkregen.

De verantwoordelijkheid voor het akoestisch rapport berust bij het bevoegd gezag en wordt gevoegd bij de stukken over de zaak waarvoor het akoestisch onderzoek is uitgevoerd.

Het toepassingsgebied van de standaardreken- of meetmethoden voor de bepaling van de geluidsbelasting in deze regeling is niet zodanig, dat alle in de praktijk voorkomende situaties er binnen vallen. In de situaties die buiten het toepassingsgebied vallen, wordt de standaardreken- of meetmethode op onderdelen aangevuld met zogenoemd nader onderzoek. Ook is het mogelijk dat de reken- of meetmethoden uit deze regeling leiden tot een onvoldoende representatief geluidsniveau. In dergelijke situaties kan een alternatieve methode in die bijzondere situaties een meer representatieve meting of berekening opleveren. Aangezien het dan situaties betreft waarvoor geen standaardoplossingen beschikbaar zijn, is het – wegens de reproduceerbaarheid en controleerbaarheid van de resultaten – nodig dat extra aandacht wordt geschonken aan de rapportage. Dit houdt in dat in het akoestisch rapport duidelijk wordt aangegeven welke methode is gehanteerd en dat wordt gemotiveerd waarom in de onderhavige situatie juist voor die bepaalde methode is gekozen. Het bevoegd gezag is dus zelf geheel verantwoordelijk voor de keuze van de methode voor nader onderzoek.

Artikel 1.3

Het eerste lid bepaalt de wijze waarop een geluidsbelasting, berekend in het kader van de Wet geluidhinder of van de Wet milieubeheer, wordt afgerond naar een geheel getal. Het bepaalt dat niet het equivalent geluidniveau wordt afgerond, maar de geluidsbelasting. Hiermee wordt nog duidelijker dat de afronding pas wordt toegepast op het eindresultaat van een bepaling van de geluidsbelasting. Als het gaat om een geluidsbelasting 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.

Het tweede lid geeft aan dat bij uitvoering van de Wet geluidhinder een verschil tussen twee geluidsbelastingen wordt bepaald op basis van de niet afgeronde waarden van de geluidsbelasting, waarna de afronding van het resultaat plaatsvindt volgens het eerste lid. Het verschil tussen bijvoorbeeld een geluidsbelasting van 65,45 dB (afgerond 65 dB) en 64,60 dB (afgerond 65 dB) is 1 dB. Anderzijds is het verschil tussen geluidsbelasting van 64,60 dB (afgerond 65 dB) en 64,40 dB (afgerond 64 dB), 0 dB.

Bij uitvoering van de Wet milieubeheer is het tweede lid niet van toepassing. Een verschilberekening tussen twee geluidsbelastingen is onder die wet niet nodig. Bij onder meer de uitvoering van artikel 11.30, tweede lid, van de Wet milieubeheer wordt wel berekend of er een hogere geluidsbelasting optreedt. Het bepalen of met een nieuw vast te stellen geluidproductieplafond een hogere geluidsbelasting optreedt, gebeurt dan dus met de volgens het eerste lid op hele decibellen afgeronde waarden. Dit heeft weliswaar tot gevolg dat een toename van bijvoorbeeld 0,8 dB bij het ene object wel een hogere geluidbelasting geeft en bij het andere niet. Hetzelfde geldt voor een toename van 0,1 dB. Maar het gevolg is wel dat geluidsbelastingen niet onbeheerst kunnen groeien, zoals dat voorheen (onder de Wet geluidhinder) met de afrondingsregels wel mogelijk was. Die regels (beschreven in het tweede lid van dit artikel) beoordelen een toename van 0,4 dB als een toename van 0 dB, waardoor bij verschillende wijzigingen na elkaar die steeds kleiner zijn dan 0,5 dB, de geluidbelasting onbeperkt kan toenemen. In hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer zijn de geluidproductieplafonds nu juist ingevoerd om de onbeheerste groei van geluidsbelasting te voorkomen. In het kader van de Wet geluidhinder zijn deze afrondingsregels niet bezwaarlijk, omdat de toets op geluidsbelasting niet continue plaatsvindt, maar enkel bij een ruimtelijke ontwikkeling of bij reconstructie.

Artikel 1.4

In dit artikel wordt de methode aangewezen om de gecumuleerde geluidsbelasting te berekenen. Deze rekenmethode wordt gebruikt om de effecten van de samenloop van verschillende geluidsbronnen

aan te tonen. Op grond van artikel 110f van de Wet geluidhinder dient te worden aangegeven op welke wijze rekening wordt gehouden met deze samenloop bij het treffen van maatregelen om de geluidsbelasting te beperken. Op grond van het Besluit geluidhinder dient het bevoegd gezag te beoordelen of het vaststellen van een hogere waarde in geval van cumulatie niet leidt tot een onaanvaardbare geluidsbelasting. Het bevoegd gezag kan in die gevallen besluiten de hogere waarde niet te verlenen of een lagere waarde dan de gevraagde vast te stellen (en daarmee impliciet zwaardere maatregelen te verlangen).

Op grond van artikel 11.33, zevende lid, onderdeel c, van de Wet milieubeheer en de artikelen 15 en 16 van de Regeling geluid milieubeheer wordt in het akoestisch onderzoek in bepaalde situaties ook gekeken naar de effecten van samenloop van de geluidsbelasting van een weg of spoorweg die op de geluidplafondkaart staat en een andere bron. Op grond van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer kan bij het wijzigen van een geluidproductieplafond besloten worden om rekening te houden met de effecten van samenloop. In dat geval is het mogelijk om af te wijken van artikel 11.30, eerste en tweede lid, van de Wet milieubeheer.

Artikel 1.5

In dit artikel is bepaald dat alleen rekening wordt gehouden met het invallend geluid. Dit betekent dat de geluidsbelasting van (een deel van) de gevel van een gebouw wordt bepaald zonder rekening te houden met de reflectie van het geluid door het betreffende gedeelte van de gevel.

Artikel 1.6

Dit artikel bevat een wederzijdse erkenningsregeling voor gelijkwaardige reken- en meetmethoden uit andere EU-lidstaten. Daarmee wordt de regeling in overeenstemming gebracht met de Dienstenrichtlijn.

Artikel 2.1

In dit artikel is een aantal begripsbepalingen opgenomen.

De immissierelevante bronsterkte is gerelateerd aan de richting waarin vanuit de bron gezien het immissiepunt ligt. Dat houdt in dat het geluidsniveau in het immissiepunt niet door het totale in alle richtingen uitgestraald geluid wordt bepaald, maar slechts door het in de richting van het immissiepunt uitgestraalde geluid.

Onder representatieve bedrijfssituatie wordt verstaan de toestand van de inrichtingen op een industrieterrein die relevant is voor de beoordeling van de geluidssituatie en gericht is op het vaststellen van de ten hoogst toelaatbare geluidsbelasting vanwege het betreffende industrieterrein waarbij uitgegaan wordt van bedrijfsvoering bij volledige capaciteit. Overigens kan de representatieve bedrijfssituatie zijn onderverdeeld in verschillende, gedefinieerde, bedrijfstoestanden.

Onder het in de omschrijving van het begrip representatieve bedrijfssituatie gebruikte begrip 'voor de geluidproductie relevante omstandigheden' worden zowel de in bedrijfstechnische parameters uit te drukken omstandigheden, als de andere voor de geluidafstraling naar het immissiepunt van belang zijnde omstandigheden, begrepen. Een en ander betekent dat de resultaten van berekening of meting kenmerkend moeten zijn voor de geluidssituatie in de beoordelingsperiode. In de begripsomschrijving wordt gesproken over de 'geluidproductie van de inrichting'. Deze verduidelijking is aangebracht om kenbaar te maken dat het niet gaat om de geluidproductie van een weg of spoorweg. Het is niet de bedoeling geweest om een inhoudelijke verandering aan te brengen in de begripsomschrijving. Bij zonering, sanering en verlening van hogere waarden dient te worden uitgegaan van de in de vergunningen van de op het industrieterrein gevestigde of te vestigen inrichtingen, maximaal toegestane capaciteit. Indien de capaciteit niet is aangegeven dient deze alsnog in een wijzigingsvergunning te worden opgenomen of dient op grond van de Wet milieubeheer te worden uitgegaan van de maximale ontwerpcapaciteit van betreffende inrichting.

Artikel 2.2

In dit artikel zijn de voorwaarden opgenomen waaraan bij de bepaling van het equivalent geluidsniveau vanwege een industrieterrein in ieder geval moet worden voldaan. In de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999 zijn deze voorwaarden uitgewerkt. De handleiding is te vinden op de website: www.rijksoverheid.nl.

In het tweede lid is sprake van het punt van de gevel waar de hoogste geluidsbelasting optreedt. In het algemeen wordt een hoogte van vijf meter boven het maaiveld aangehouden; bij de bepaling van de zonegrens, bedoeld in het eerste lid, is deze hoogte voorgeschreven. Het equivalent geluidsniveau wordt echter op een andere hoogte bepaald, indien redelijkerwijs mag worden verwacht dat op die

andere hoogte de geluidsbelasting hoger is dan de geluidsbelasting op vijf meter boven maaiveld.

Artikel 2.3

In dit artikel wordt toepassing van de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999 voorgeschreven als methode om het equivalente geluidsniveau vanwege een industrieterrein te bepalen. In de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999 is het toepassingsgebied van de beschreven meet- en rekenmethoden gegeven. De handleiding is te vinden op de website: www.rijksoverheid.nl.

In het tweede tot en met vierde lid van dit artikel is de toepassing van het concept van de redelijke sommatie geregeld. Op een gezonde industrieterrein met meerdere inrichtingen zal het zelden voorkomen dat de volledig vergunde geluidsruimte ook daadwerkelijk elke dag wordt benut. In andere woorden: de feitelijke geluidsbelasting vanwege een industrieterrein ligt lager dan de vergunde geluidsbelasting vanwege een industrieterrein. Dit verschil tussen de feitelijke en de vergunde geluidsbelasting vanwege een industrieterrein is het gevolg van het begrip 'representatieve bedrijfssituatie'. In de praktijk van de vergunningverlening gaat men bij de bepaling van de 'representatieve bedrijfssituatie' uit van de geluidsbelasting bij volledige capaciteit op de 12 na meest lawaaiige dag. Echter, gezien over de tijdspanne van een jaar, zal deze volledige capaciteit van een inrichting, afhankelijk van de bedrijfsoort, lang niet elke dag worden benut. De kans dat niet alle inrichtingen op het industrieterrein alle tegelijkertijd hun volledige capaciteit benutten, wordt niet meegenomen bij de bepaling van de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein doordat het voorschrift in eerste aanleg bepaalde dat het L_{Aeq} van een industrieterrein moet worden bepaald op basis van de representatieve bedrijfssituatie. De bedoeling van de redelijke sommatie is dat bij de bepaling van de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein rekening kan worden gehouden met dit feit dat de feitelijke geluidsbelasting lager ligt dan de vergunde geluidsbelasting. Op deze manier kan de beschikbare geluidsruimte beter worden benut.

Bij de toepassing van de redelijke sommatie wordt in het tweede lid van dit artikel uitgegaan van een uniforme aftrek bij de berekening van het equivalent geluidsniveau vanwege het industrieterrein in zijn geheel. De voorwaarden voor de toepassing van deze aftrek zijn opgenomen in bijlage II. Hiervoor is onder meer van belang hoeveel inrichtingen bepalend zijn voor de geluidsbelasting en of deze inrichtingen een jaargemiddelde continue uitstraling hebben. Bij de bepaling van de differentiatie in aftrek is enerzijds de nauwkeurigheid van de methode meegewogen en is anderzijds de werkbaarheid van de methode gezien. De aftrek kan slechts gehele waarden bedragen, aldus 0, 1, 2 of 3 dB(A).

De extra geluidsruimte die door het redelijk sommeren ontstaat, kan gebruikt worden om nieuwe ontwikkelingen op het industrieterrein mogelijk te maken of om de woningbouwmogelijkheden binnen de zone te vergroten. De extra geluidsruimte kan echter slechts éénmaal worden toegepast. Als bij toetsing van een vergunningaanvraag de aftrek wordt toegepast, kan hij later niet meer bij een woningbouwplan worden gehanteerd, en omgekeerd. Het bevoegd gezag kan daarom besluiten de aftrek – ook als de aanvrager van de vergunning die aftrek wel heeft toegepast – niet (of slechts gedeeltelijk) toe te passen als het van oordeel is dat de ruimte aan een latere ontwikkeling zou moeten worden besteed. Het gebruik van deze beoordelingsvrijheid moet uiteraard wel worden gemotiveerd. Het verdient de voorkeur dat deze motivering afkomstig is uit een eerder vastgesteld beleidsdocument. Artikel 2.3 geeft een aantal plannen en besluiten die daarvoor in aanmerking komen. Het lijstje met plannen en besluiten is niet bedoeld uitputtend te zijn. Is eenmaal een aftrek toegepast, dan kan naderhand worden besloten om alsnog een hogere aftrek toe te passen, uiteraard voor zover die niet groter is dan in bijlage II als maximaal is aangegeven. Het bevoegd gezag dat in een concreet geval een omgevingsvergunning verleent, een hogere waarde vaststelt, een bestemmingsplan vaststelt of een vrijstelling verleent, beslist of de aftrek wordt toegepast en in welke mate. Indien meerdere bestuursorganen bevoegd zijn tot de vaststelling van hogere waarden dan wel om omgevingsvergunningen te verlenen met betrekking tot hetzelfde industrieterrein, dan kan ingevolge het derde lid, de aftrek slechts worden toegepast na overleg met die bestuursorganen. Dit om te voorkomen dat het eerste bevoegde gezag dat bepaalt of de aftrek wordt toegepast in feite de lijn bepaalt voor het gehele industrieterrein. Een beslissing om bijvoorbeeld de maximaal toegestane aftrek toe te passen, is in de praktijk namelijk doorslaggevend voor het gebruik van de vrijkomende ruimte. De uitkomst van het overleg tussen de bevoegde bestuursorganen zou kunnen worden opgenomen in een zonebeheerplan, zoals bedoeld in artikel 164 van de Wet geluidhinder. Immers, een zonebeheerplan kan worden opgesteld ter invulling van de taak om er voor te zorgen dat voldoende informatie beschikbaar is over de geluidsruimte en dus ook over de aftrek in een zone.

Om de inzichtelijkheid met betrekking tot de beschikbare geluidsruimte en de toegepaste aftrek te bevorderen, is in het vierde lid de verplichting voor het bevoegd gezag opgenomen om tegelijkertijd met, of zo spoedig mogelijk na de bekendmaking, van het besluit waarin een aftrek is toegepast een mededeling te doen aan de bestuursorganen die bevoegd zijn tot de vaststelling van hogere waarden dan wel om omgevingsvergunningen te verlenen met betrekking tot hetzelfde industrieterrein. In artikel 65 van de Wet geluidhinder wordt de mogelijkheid geboden om bij de toetsing van omgevings-



vergunningen aan de grenswaarden uit de Wet geluidhinder, een tijdelijke verhoging van 2 dB(A) van die grenswaarden toe te staan. Deze tijdelijke ruimte van 2 dB(A) kan, mits wordt voldaan aan de voorwaarden uit dat artikel, worden toegepast naast de aftrek op grond van dit artikel. Waarbij wordt opgemerkt dat de aftrek op grond van dit artikel uitsluitend betrekking heeft op het industrieterrein in het geheel en dat de tijdelijke verhoging op grond van artikel 65 van de Wet geluidhinder betrekking kan hebben op een specifiek gebied binnen de zone alwaar aan de voorwaarden uit dat artikel wordt voldaan en enkel van toepassing is bij de verlening van omgevingsvergunningen.

Artikel 2.4

Artikel 2.4 biedt ruimte voor het afwijken van de voorgeschreven methode mits dit niet leidt tot een grotere onnauwkeurigheid.

Artikel 3.1

In dit artikel is tot uitdrukking gebracht in welke gevallen de bepalingen van hoofdstuk 3 van toepassing zijn. Het gaat om het berekenen van het equivalent geluidniveau en de geluidsbelasting vanwege een weg in het kader van de Wet geluidhinder. De tekst van het artikel is gebaseerd op artikel 73 van de Wet geluidhinder. De onderdelen a en b zien enkel op wegen die niet op de geluidplafondkaart staan. Onderdeel c ziet op zowel op wegen die niet op de geluidplafondkaart staan als op de wegen die daar wel op staan.

Artikel 3.2

De bepaling van het equivalent geluidsniveau vindt in het algemeen plaats met de Standaardrekenmethode 2 uit hoofdstuk 2 van bijlage III. Deze methode is zodanig dat voor vrijwel alle situaties een betrouwbaar resultaat verkregen wordt. Alleen voor heel bijzondere situaties kan een andere of aanvullende methode noodzakelijk zijn voor een juiste bepaling van het geluidsniveau.

Het tweede lid biedt de mogelijkheid voor eenvoudige situaties Standaardrekenmethode I uit hoofdstuk 1 van bijlage III toe te passen. Bij de situaties die binnen het toepassingsbereik vallen, is het voordeel van deze methode dat er met een geringere inspanning ook een betrouwbaar resultaat verkregen kan worden. Zeker in veel voorkomende buitenstedelijke situaties kan met toepassing van Standaardrekenmethode 1 de hoeveelheid werk sterk beperkt worden. Daarnaast leent de methode zich ook voor een snelle schatting van de hoogte van het equivalent geluidsniveau in het algemeen.

Op basis van het derde lid is het toegestaan om met de methode die in hoofdstuk 3 van bijlage III is opgenomen, het geluidsniveau te meten. In het algemeen zal deze methode, in tegenstelling tot beide rekenmethodes, weinig worden toegepast. Het meten van het equivalent geluidsniveau heeft, anders dan vaak door omwonenden van infrastructuurprojecten wordt gedacht, meestal meer nadelen dan voordelen. Zoals uit de beschreven meetmethode blijkt, bestaat het meten van het equivalent geluidsniveau niet uit het louter aflezen van een geluidmeter langs een weg. Aan het meten dienen de nodige eisen gesteld te worden om een betrouwbare en reproduceerbare waarde te kunnen bepalen. Als daar al aan voldaan wordt, dient vervolgens toch nog het gemeten resultaat gecorrigeerd te worden. Belangrijk is immers dat wordt uitgegaan van de juiste omvang en samenstelling van het verkeer, veelal het verkeer overeenkomstig een prognose of een vastgesteld geluidproductieplafond. Daarom zullen ook tijdens de meting verkeerstellingen gedaan moeten worden. Zeker in drukke gebieden zal ook gewaakt moeten worden voor het niet meenemen van andere bronnen in het meetresultaat. Dit alles maakt dat een snelle en eenvoudige controle van het equivalent geluidsniveau ter plaatse niet mogelijk is. Een belangrijkere beperking voor het toepassen van geluidmetingen is gelegen in het kader waarbinnen in het algemeen geluidsniveaus worden bepaald. Veelal gebeurt dit bij de beoordeling van de gevolgen van toekomstige wijzigingen, zoals de aanleg of wijziging van een weg. Aangezien de toekomstige situatie er (nog) niet is, behoort het meten dan niet tot de mogelijkheden. Ook de bepaling en dimensionering van noodzakelijke maatregelen kan alleen door middel van berekening plaatsvinden.

Er is geen hiërarchie aangebracht tussen de verschillende bepalingsmethoden. Binnen hun toepassingsgebied zijn alle methoden toegestaan. De keuze tussen de verschillende methoden, mits gehanteerd binnen het toepassingsgebied, is aan het bevoegd gezag. Op grond van de Wet geluidhinder is immers aan het bevoegd gezag opgedragen om het akoestisch onderzoek te verrichten. Mocht een belanghebbende met een andere, eveneens krachtens artikel 3.3 toepasbare, methode tot een ander resultaat (contra-expertise) komen dan het bevoegd gezag, dan beslist het bevoegd gezag welk resultaat maatgevend is.

Artikel 3.3

Dit artikel regelt dat geluid van tram- en metrospooren die min of meer geïntegreerd zijn in een weg, worden meegenomen in de berekening van het geluid van het verkeer op die weg. De aldus bepaalde geluidsbelasting wordt getoetst aan de normen voor wegverkeerslawaaï. Die normen zijn strenger dan de normen voor spoorverkeer. Toch wordt het spoorverkeer op sporen die onderdeel van een weg niet aan strengere normen getoetst. Dat komt doordat ook de in artikel 3.4 beschreven toe te passen aftrek doorwerkt in de berekening van het spoorgeluid. De volgorde is namelijk als volgt. Allereerst worden de equivalente geluidsniveaus van het wegverkeer en het spoorverkeer afzonderlijk berekend. Het equivalent geluidsniveau van het spoorverkeer wordt berekend volgens de regels van hoofdstuk 4. De resultaten van deze berekeningen worden bij elkaar opgeteld en de uitkomst wordt omgerekend naar een geluidsbelasting. Vervolgens wordt de aftrek uit artikel 3.4 toegepast. Deze aftrek werkt zo dus ook door op het spoorgeluid, hetgeen de strengere normstelling voor wegverkeer in het algemeen zal compenseren.

Artikel 3.4

Naar verwachting zullen auto's en vrachtauto's in de toekomst stiller worden. Enerzijds komt dit door aanscherping van Europese geluideisen aan voertuigen en aan banden. Anderzijds groeit het aandeel hybride en elektrisch aangedreven auto's. Deze auto's zijn met name in het stadverkeer extra stil door het ontbreken van geluidafstraling door de motor en het uitlaatsysteem. Het is wenselijk te voorkomen dat nu moet worden geïnvesteerd in kostbare geluidreducerende maatregelen aan de infrastructuur of aan woningen die later niet meer nodig zijn. Daarom wordt in deze regeling de verwachting omtrent het stiller worden van voertuigen meegenomen. Artikel 3.4 en 3.5 hebben beide betrekking op het verwerken van het stiller worden van voertuigen in de bepalingsmethoden voor geluidsbelastingen.

Artikel 3.4 betreft een voorzetting van de regels uit het RMV 2006 en is verbonden met artikel 110g van de Wet geluidhinder. Het artikel 3.4 regelt een 'aftrek' in de vorm van een generieke vermindering van de geluidsbelasting van 5 dB voor snelheden lager 70 km/uur en 2 dB voor hogere snelheden. Deze generieke aftrek is gebaseerd op een ruwe schatting van de effecten van het Europese bronbeleid uit 2002. Het karakter van deze aftrek en de onderbouwing ervan, hebben een directe relatie met de normstelling.

Bij de invoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer is geen aftrek vergelijkbaar met de aftrek, bedoeld in artikel 110g van de Wet geluidhinder, opgenomen. In hoofdstuk 5 van deze regeling is daarom geen aftrek als bedoeld in artikel 3.4 opgenomen. Het afschaffen van deze aftrek heeft plaatsgevonden in samenhang met een herziening en vereenvoudiging van de normen in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. Bij de toekomstige verdere modernisering van de overige delen van de Wet geluidhinder en de overheveling ervan naar de Wet milieubeheer ligt voor de hand dat eenzelfde stap gezet zal worden, en deze aftrek dus zal vervallen.

Artikel 3.5

Bij artikel 3.4 is reeds toegelicht dat bij de invoering van hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer geen aftrek vergelijkbaar met de aftrek van artikel 110g van de Wet geluidhinder is opgenomen. Wel is het wenselijk gebleken om rekening te houden met de toekomstige effecten van Europees bronbeleid. In artikel 5.11 is dit vormgegeven als een aanpassing van de wegdekcorrectie. De overwegingen daarbij zijn beschreven in de toelichting op artikel 5.11. Artikel 3.5 regelt eenzelfde aanpassing van de wegdekcorrectie bij bepaling van de geluidsbelasting bij uitvoering van de Wet geluidhinder. Dit is gedaan om verschillen in de bepalingswijzen volgens de Wet geluidhinder en volgens de Wet milieubeheer zo veel mogelijk te voorkomen. De in het artikel gebruikte namen voor wegdektypen komen overeen met de op de in paragraaf 7.5 van bijlage III genoemde website (www.stillerverkeer.nl) gehanteerde namen.

Artikel 3.6

Met behulp van dit artikel wordt bereikt dat de afrondingsregels, vooral indien het gaat om de vaststelling of er sprake is van een reconstructie van een weg in relatie tot de aftrekregeling ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder, op de juiste wijze worden uitgelegd. In artikel 1.3, eerste lid, staat de hoofdregel die bij het afronden wordt gehanteerd. Bij de bepaling van de geluidsbelasting in het maatgevende jaar bij bijvoorbeeld de aanleg van een weg of het opnemen van een woonbestemming, wordt voor de toetsing aan de normen van de Wet geluidhinder na deze afronding nog de, in artikel 3.4 opgenomen, aftrek ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder toegepast. Hetzelfde geldt ook voor de toetsing aan de saneringsdrempel in 1986. In dit artikel wordt aangegeven op welke wijze de uitgangspunten voor de bepaling van het verschil in geluidsbelasting ten gevolge van een wijziging op of aan een aanwezige weg moeten worden bepaald.

In onderdeel a is voorgeschreven dat, indien in het verleden al een hogere waarde is vastgesteld, gerekend moet worden met deze hogere waarde zonder verdere aanpassingen. Het betreft dus een in het verleden afgeronde waarde waarin de toenmalige aftrek ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder is verwerkt. Bij hogere waarden die bepaald zijn op basis van het RMG 2012 is in de afgeronde waarde ook de aanpassing van de wegdekcorrectie op grond van artikel 3.5 meegenomen. Deze hogere waarde is in de betreffende gevallen de uitgangswaarde van de situatie vóór de wijziging op of aan de aanwezige weg.

Onderdeel b heeft betrekking op de gevallen waarin, ingevolge artikel 100 van de Wet geluidhinder, de heersende geluidsbelasting gehanteerd dient te worden als de uitgangswaarde van de situatie vóór de wijziging op of aan de aanwezige weg. In een dergelijk geval wordt de aftrek ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder, afgetrokken van de onafgeronde waarde van de bepaalde geluidsbelasting en wordt de aanpassing van de wegdekcorrectie op grond van artikel 3.5 toegepast op deze onafgeronde waarde. Deze verlaagde en niet afgeronde waarde dient in de betreffende gevallen als uitgangspunt voor de verdere berekening gehanteerd te worden.

Onderdeel c heeft betrekking op bepaling van de geluidsbelasting in het maatgevende jaar, dat wil zeggen de geluidsbelastingwaarde in het tiende jaar volgend op het jaar waarin de wijziging op of aan de aanwezige weg is gerealiseerd. Ook hierbij moet worden gerekend met het onafgeronde getal, met inachtneming van de ingevolge artikel 110g van de Wet geluidhinder toe te passen aftrek en van de aanpassing van de wegdekcorrectie op grond van artikel 3.5. Van belang is bij onderdeel c dat het alleen de waarde betreft voor de berekening van het akoestisch effect van een wijziging. De berekening van de situatie in het maatgevende jaar voor het vaststellen van eventuele hogere waarden van de geluidsbelasting gebeurt op basis van de hoofdregel in artikel 1.3, eerste lid: eerst afronden en dan de aftrek toepassen. In gevallen met een aftrek van 2 dB leiden beide werkwijzen tot een zelfde resultaat. Echter, bij een aftrek van 5 dB zal de uitkomst in een aantal situaties 1 dB verschillen. Dit laatste kan worden toegelicht aan de hand van de volgende rekenvoorbeelden.

Als uit de berekening de waarde 67,5 dB(A) wordt verkregen, zal dit bij een aftrek van 2 dB in alle gevallen leiden tot een waarde van 66 dB(A). De onafgeronde waarde 67,5 dB(A) min 2 dB is immers 65,5 dB(A) en afgerond 66 dB(A). Als de waarde 67,5 dB(A), zoals is voorgeschreven, eerst wordt afgerond tot 68 dB(A) en hiervan 2 dB aftrekt, komt hier ook een waarde van 66 dB(A) uit.

Een aftrek van 5 dB van de onafgeronde waarde van 67,5 dB(A) resulteert in een waarde van 62,5 dB(A) en afgerond dus in een waarde van 62 dB(A). Als de waarde 67,5 dB(A), zoals is voorgeschreven, eerst wordt afgerond tot 68 dB(A) en vervolgens hiervan 5 dB wordt afgetrokken, resulteert dit in een waarde van 63 dB(A).

De toe te passen aftrek bij onderdeel b kan verschillen van de toe te passen aftrek bij onderdeel c. Door de wijziging op of aan de aanwezige weg kan deze weg bijvoorbeeld van een weg, waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen lager is dan 70 km/uur (aftrek 5 dB), veranderen in een weg waarvoor de representatief te achten snelheid van lichte motorvoertuigen 70 km/uur of meer bedraagt (aftrek 2 dB).

De eventuele aanpassing van de wegdekcorrectie conform artikel 3.5 vindt plaats bij de bepaling van de heersende waarde en de geluidsbelasting in het toekomstig maatgevende jaar.

Artikel 3.7

In dit artikel wordt de wijze bepaald waarop een eerder vastgestelde hogere waarde voor de ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting in dB(A) vanwege een weg wordt omgerekend naar de geluidsbelasting in dB, oftewel de geluidsbelasting in L_{den} . Ter bepaling van het verschil tussen de dB(A)-waarde en de dB-waarde wordt uitgegaan van de heersende geluidsbelasting en niet van de ten tijde van het vaststellen van de hogere waarde geldende geluidsbelasting. Dit omdat deze gegevens vaak moeilijk te achterhalen zijn en daarnaast omdat de oude akoestische onderzoeken vrijwel nooit gegevens bevatten omtrent de avondperiode. Bij de bepaling van het verschil tussen de twee dosismaten worden overeenkomstig artikel 1.3, tweede lid, waarden gebruikt welke niet zijn afgerond.

In de praktijk gaat het als volgt:

1. Bepaal het verschil tussen de heersende geluidsbelasting in dB(A) (niet afgerond) en dB (niet afgerond).
2. Trek dit verschil (niet afgerond) af van de eerder vastgestelde hogere waarde (in dB(A) destijds afgerond naar een geheel getal).

De eerder verleende hogere waarde is zo omgerekend naar een waarde in dB, die voor de toepassing van het tweede lid van artikel 1.3, net als een heersende waarde, een of meer decimalen zal bevatten (niet afgerond is naar een geheel getal).

Artikel 3.8

Dit artikel bevat een aanvulling op de overige regels uit hoofdstuk 3. Het artikel is van toepassing op de bepaling van de geluidsbelasting vanwege de wegen met geluidproductieplafonds bij uitvoering van de Wet geluidhinder. In de praktijk gaat het dan om bepaling van de geluidsbelasting ten behoeve van procedures (bestemmingsplannen) om woningbouw mogelijk te maken in de buurt van wegen die zijn aangegeven op de geluidplafondkaart. Onderdeel daarvan is dat het geldende geluidproductieplafond de basis is voor het akoestisch onderzoek. Deze plafonds zijn een goede maat voor de geluidproductie in het maatgevende toekomstige jaar. De beheerder dient immers de geluidproductieplafonds na te leven. Ook is geborgd dat bij een wijziging van een plafond, de eventuele gerealiseerde of geprojecteerde nieuwbouwplannen beschermd worden op het niveau van het geldende plafond.

Het gestelde in het eerste lid is een nadere uitwerking van het begrip de 'geluidsbelasting vanwege een weg' en 'geluidbelasting vanwege een bron' voor wegen die zijn aangegeven op de geluidplafondkaart. Deze uitwerking komt er op neer dat alle delen van wegen die in het beheer zijn van dezelfde beheerder, als één bron beschouwd dienen te worden. In de praktijk betekent dit dat in de omgeving van knooppunten in het netwerk van bijvoorbeeld rijkswegen, slechts één geluidbelasting wordt berekend. Dit is dan de geluidbelasting vanwege het verkeer op alle delen van rijkswegen in de omgeving van het betreffende punt. Ook de op- en afritten en verbindingbogen zijn onderdeel van de rijksweg en worden dus aangemerkt als de op geluidplafondkaart aangegeven delen van wegen. Dit komt overeen met de beleving van hinder door omwonenden. Een omwonende zal immers bij rijkswegen de hele infrastructuurbundel als één bron ervaren: de rijksweg. Het is daarom onwenselijk dat bij toetsing aan wettelijke geluidnormen die bron in twee of meer delen wordt gesplitst en voor elk deel afzonderlijk getoetst wordt. Ook vanuit het streven geluidhinder te beperken en schade aan de gezondheid te voorkomen ligt de hier gekozen uitwerking voor de hand. In hoofdstuk 5 van de onderhavige regeling is deze werkwijze ook het uitgangspunt bij het bepalen van de geluidsbelasting en de geluidproductie. Zo wordt geborgd dat de wegbeheerder en de gemeente op analoge wijze geluidsbelastingen bepalen.

Het tweede lid verplicht tot het hanteren van de brongegevens zoals vastgelegd 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 afscherpende objecten. De brongegevens zijn dan de basis van de beschrijving van de bron bij toepassing van de methoden uit bijlage III. Daarmee wordt bereikt dat alle ruimtelijke plannen rekening houden met de vastgestelde geluidproductieplafonds met inbegrip van de plafondcorrectiewaarde. Zo legt dit artikel een harde relatie tussen geluidproductieplafond en de te hanteren geluidsbelastingen bij besluiten over ruimtelijke ontwikkelingen zoals de bouw van woningen. Dit artikel draagt bij aan een heldere scheiding tussen verantwoordelijkheden van de gemeente en van de wegbeheerder. Het tweede lid regelt ook dat de plafondcorrectiewaarde, die onderdeel is van de brongegevens, op juiste wijze doorwerkt in de geluidbelasting. In de toelichting op artikel 5.3 is dit verder beschreven.

De brongegevens kunnen betrekking hebben op een situatie die in werkelijkheid niet (meer) aanwezig is. Ook dan dient te worden uitgegaan van deze brongegevens bij de bepaling van de geluidsbelasting. Het geluidproductieplafond is immers maatgevend voor de geluidproductie die de betreffende wegen mogen veroorzaken. De brongegevens bevatten niet meer dan de wegen in een verder lege omgeving. Dit betekent dat voor het akoestisch onderzoek deze gegevens aangevuld moeten worden. Daarbij gaat het om het toevoegen van hard-zacht gebieden, hoogten in het landschap, objecten zoals gebouwen en de geometrie rondom de bron zoals het talud. Daarnaast kan het nodig zijn geluidschermen en wallen toe te voegen bijvoorbeeld als bestaande afscherming niet in het register is opgenomen of als de gemeente een nieuw geluidscherm overweegt voor het bouwplan. Tot slot kan het ook nodig zijn de bronregisterlijn te splitsen in verschillende rijlijnen.

Dit artikel draagt bij aan een heldere scheiding van verantwoordelijkheden van de gemeente en van de wegbeheerder. De gemeente gaat uit van het geluidproductieplafond en vult overige gegevens aan. De beheerder leeft het geluidproductieplafond na.

Artikel 4.1

In dit artikel is tot uitdrukking gebracht in welke gevallen de bepalingen van hoofdstuk 4 van toepassing zijn. Het gaat om het berekenen van het equivalent geluidniveau en de geluidsbelasting vanwege een spoorweg in het kader van de Wet geluidhinder. De tekst van het artikel is gebaseerd op artikel 106 van de Wet geluidhinder. De onderdelen a en b zien enkel op spoorwegen die op de kaart, bedoeld in artikel 106 van de Wet geluidhinder, staan en niet op de geluidplafondkaart. Onderdeel c ziet op zowel op spoorwegen die op de kaart, bedoeld in artikel 106 van de Wet geluidhinder, staan als op de spoorwegen die op de geluidplafondkaart staan.

Artikel 4.2

De toevoeging ‘zonodig gespecificeerd per oktaafband en per onderscheiden bronhoogte’ bij het begrip emissiegetal heeft betrekking op het mogelijke gebruik van Standaardrekenmethode 2. Deze methode vereist namelijk als invoergegeven de emissiecijfers per oktaafband en, omdat de geluidafstraling op twee bronhoogten is gemodelleerd, bovendien per bronhoogte. Om de geluidemissie ten behoeve van Standaardrekenmethode 2 goed te karakteriseren, zijn derhalve 16 emissiegetallen per emissietraject benodigd; voor de Standaardrekenmethode 1 en de Standaardmeetmethode kan volstaan worden met één getal per emissietraject.

In het artikel zijn definities van spoorvoertuigtype en spoorvoertuicategorie opgenomen. Een spoorvoertuigtype heeft betrekking op treinen die technisch en uiterlijk grote overeenkomsten bezitten. De geluidemissie van treinen van eenzelfde spoorvoertuigtype is uiteraard ook gelijk. Het komt ook voor dat treinen die er verschillend uit zien en ook technisch verschillen, toch een zelfde geluidemissie veroorzaken. Dan zijn twee spoorvoertuigtypen in akoestische zin gelijk. Deze spoorvoertuigtypen behoren dan tot dezelfde spoorvoertuicategorie. Een spoorvoertuicategorie bestaat uit spoorvoertuigtypen die een gelijksoortige geluidemissie veroorzaken. Voor elke spoorvoertuicategorie zijn in bijlage IV geluidemissieformules opgenomen. Voor veel voorkomende spoorvoertuigtypen is in bijlage IV aangegeven in welke spoorvoertuicategorie die zijn ingedeeld. Daaruit blijkt dat het aandrijfsysteem en het remsysteem in belangrijke mate bepalen in welke categorie een treintype thuishoort. Deze eigenschappen gezamenlijk bepalen een groot deel van de geluidproductie. Hierdoor is het ook mogelijk om bijvoorbeeld vooruitlopend op een nauwkeurige emissiemeting voertuigen in te delen die nog niet bekend waren ten tijde van het opstellen van dit voorschrift. Uit het tweede lid van artikel 4.2 blijkt ook duidelijk dat elk voertuig dat van het spoor gebruik maakt, meegenomen moet worden bij de berekening van de geluidsbelasting. Wanneer in bijlage IV niet genoemde types spoorwegmateriaal worden geïntroduceerd op een dusdanige schaal dat een significante invloed op de bestaande emissiegetallen te verwachten is, zullen deze worden toegevoegd aan de in hoofdstuk 1 van bijlage IV gegeven opsomming. Een dergelijke herziening van deze regeling vindt plaats na overleg met de betrokken instanties zoals spoorbeheerders en vervoerders. Ook aanpassingen aan de bestaande materieelsoorten die een relevante wijziging van de geluidemissie veroorzaken, kunnen op de bovenomschreven wijze tot herzieningen van deze regeling leiden.

Het kan voorkomen dat verschillende spoorvoertuigtypen die binnen eenzelfde spoorvoertuicategorie zijn ingedeeld een andere maximale rijnsnelheid bezitten. In dat geval zal elk spoorvoertuigtype dus een andere representatieve snelheid hebben op een bepaald spoorgedeelte. In dat geval zal bij toepassing van de formules uit bijlage IV daar rekening mee moeten worden gehouden. Dat gebeurt door binnen één categorie een tussenstap in te bouwen. In die stap worden eerst de emissiegetallen van de treintypen afzonderlijk berekend en vervolgens worden deze energetisch bij elkaar opgeteld.

Artikel 4.3

Dit artikel bepaalt dat de beheerder van een spoorweg gegevens moet bijhouden over de geluidemissie door het verkeer op die spoorweg. Deze gegevens zijn nodig voor de bepaling van het equivalent geluidsniveau. Indien verschillende organisaties betrokken zijn bij het beheer van een spoorweg, wordt in dit artikel de organisatie bedoeld die belast is met de capaciteitstoedeling op die spoorweg. Dat is immers de organisatie die zowel de kenmerken van de infrastructuur als de gegevens over het gebruik ervan bezit en kan beïnvloeden.

Artikel 4.4

De in hoofdstuk 1 tot en met 3 van bijlage IV gegeven methode voor de berekening van het emissiegetal kan in bijzondere gevallen (zoals bijv. stalen viaducten en bruggen) niet worden gehanteerd omdat de benodigde kengetallen ontbreken. Voor de bepaling van het emissiegetal in deze situaties zal een (emissie)meting noodzakelijk zijn.

Artikel 4.5

In dit artikel is bepaald dat bij de berekening van het equivalent geluidsniveau vanwege een spoorweg (eventueel bestaande uit meer dan een emissietraject) de gegevens van het emissieregister dienen te worden gebruikt (eerste lid). Slechts indien aannemelijk kan worden gemaakt dat dit in een bepaalde situatie tot onjuiste uitkomsten kan leiden, kunnen andere (betere) gegevens worden gebruikt (tweede lid). Om te voorkomen dat in dezelfde situatie door verschillende partijen met andere invoergegevens wordt gewerkt, dient dit via de beheerder van het emissieregister te lopen.

Als de berekening het toekomstig maatgevende jaar betreft, kan het tiende jaar na openstelling of wijziging van de spoorweg of, in bestaande situaties, het tiende jaar na het akoestisch onderzoek, worden aangehouden. In bijzondere situaties kan het nodig zijn een andere toekomstig maatgevend

jaar te kiezen als dat meer representatief is voor de toekomstige situatie.

Artikel 4.6

In de praktijk kan in een groot aantal gevallen een betrouwbaar en representatief resultaat worden bereikt met een betrekkelijk eenvoudige rekenmethode. Bij het toepassen van de verschillende methoden heeft Standaardrekenmethode 2 de voorkeur. Vervolgens is aangegeven dat in situaties die vallen binnen het bij die methode aangegeven toepassingsgebied de Standaardrekenmethode 1 of de Standaardmeetmethode toegepast mogen worden.

De meetmethode ter bepaling van het equivalente geluidsniveau is een hybride methode. De methode gaat uit van een berekende emissie op een punt vlak bij de baan en een meting van de overdrachtsverzwakking tussen dit (referentie) punt en het werkelijke immissiepunt. De Standaardmeetmethode geeft een representatief resultaat wanneer een voldoende aantal metingen is uitgevoerd. Het is op voorhand moeilijk aan te geven wanneer dat het geval zal zijn. Dit zal ook afhangen van het doel van de meting: gaat het om het rechtstreeks vaststellen via meting van het equivalent geluidsniveau, of gaat het om het vaststellen van een overdrachtscorrectie of brugtoeslag. Waar het gaat om de vaststelling van een brugtoeslag, is het voldoende om in een betrekkelijk korte periode een aantal van de kenmerkende typen spoorwegvoertuigen te meten op een punt nabij de vrije baan en gelijktijdig bij het kunstwerk; het gaat immers om het vaststellen van een kenmerk van de constructie. Dit is ook het geval bij het vaststellen van de overdrachtsverzwakking middels het meten van verschillen aan hetzelfde treinstel op twee posities langs de baan. Indien de meetmethode gebruikt zou worden om rechtstreeks een equivalent geluidsniveau vast te stellen, dient echter ook rekening gehouden te worden met de in de tijd variërende onderhoudstoestand van treinen en bovenbouw. Voor een dergelijke meting zijn a priori geen voorschriften te geven. Overleg met een akoestisch deskundige én met de spoorwegbeheerder is dan noodzakelijk.

Artikel 4.7

Dit artikel bepaalt op welke wijze een zogenoemd driejaargemiddelde van de emissie wordt berekend. Een dergelijke berekening kan nodig zijn bij de uitvoering van de Wet geluidhinder om te toetsen of er sprake is van een wijziging van een spoorweg.

Artikel 4.8

In dit artikel wordt de wijze bepaald waarop een eerder vastgestelde hogere waarde voor de ten hoogste toelaatbare geluidsbelasting in dB(A) vanwege een spoorweg wordt omgerekend naar de geluidsbelasting in dB, oftewel de geluidsbelasting in L_{den} . Van de vastgestelde waarde in dB(A) wordt 2 afgetrokken.

Artikel 4.9

Dit artikel bevat een aanvulling op de overige regels uit hoofdstuk 4. Het artikel is van toepassing op de bepaling van de geluidsbelasting vanwege spoorwegen die op de geluidplafondkaart staat bij uitvoering van de Wet geluidhinder. In de praktijk gaat het dan om bepaling van de geluidbelasting ten behoeve van procedures (bestemmingsplannen) om woningbouw mogelijk te maken in de buurt van deze spoorwegen.

Onderdeel daarvan is dat de geldende geluidproductieplafonds de basis zijn voor het akoestisch onderzoek. Deze plafonds zijn immers een goede maat voor de geluidproductie in het maatgevende toekomstige jaar. De beheerder dient de plafonds na te leven. Ook is geborgd dat bij een wijziging van een plafond, de eventuele gerealiseerde of geprojecteerde nieuwbouwplannen beschermd worden op het niveau van het geldende plafond.

Het gestelde in het eerste lid is een nadere uitwerking van het begrip de 'geluidsbelasting vanwege een spoorweg' en 'geluidbelasting vanwege een bron' voor spoorwegen die zijn aangegeven op de geluidplafondkaart. Deze uitwerking komt er op neer dat alle delen van spoorwegen die in het beheer zijn van dezelfde beheerder, als één bron beschouwd dienen te worden. In de praktijk betekent dit dat in de omgeving van knooppunten in het netwerk van hoofdspoorwegen, slechts één geluidbelasting wordt berekend. Dit is dan de geluidbelasting vanwege het verkeer op alle delen van hoofdspoorwegen in de omgeving van het betreffende punt. Dit komt overeen met de beleving van hinder door omwonenden. Een omwonende zal immers bij hoofdspoorwegen de hele infrastructuurbundel als één bron ervaren namelijk: de spoorweg. Het is daarom onwenselijk dat bij toetsing aan wettelijke geluidnormen die bron in twee of meer delen zou worden gesplitst en voor elk deel afzonderlijk getoetst zou worden. Ook vanuit het streven geluidhinder te beperken en schade aan de gezondheid te voorkomen ligt de hier gekozen uitwerking voor de hand. In hoofdstuk 5 van deze regeling is deze

werkwijze ook het uitgangspunt bij het bepalen van de geluidsbelasting en de geluidproductie. Zo wordt geborgd dat de spoorwegbeheerder en de gemeente op analoge wijze geluidsbelastingen bepalen.

Het tweede lid verplicht tot het hanteren van de brongegevens zoals vastgelegd in het geluidregister. Deze brongegevens zijn de basis voor de geldende geluidproductieplafonds en bevatten onder andere de ligging van de infrastructuur, verkeersgegevens, gegevens over de bovenbouwconstructie, de plafondcorrectiewaarde en gegevens over afschermende objecten. De brongegevens zijn dan de basis van de beschrijving van de bron bij toepassing van de methoden uit bijlage IV. Daarmee wordt bereikt dat alle ruimtelijke plannen rekening houden met de vastgestelde geluidproductieplafonds met inbegrip van de plafondcorrectiewaarde. Zo legt dit artikel een harde relatie tussen geluidproductieplafond en de te hanteren geluidsbelastingen bij besluiten over ruimtelijke ontwikkelingen zoals de bouw van woningen. Dit artikel draagt bij aan een heldere scheiding tussen verantwoordelijkheden van de gemeente en van de spoorwegbeheerder. Het tweede lid regelt ook dat de plafondcorrectiewaarde, die onderdeel is van de brongegevens, op juiste wijze doorwerkt in de geluidbelasting. In de toelichting op artikel 5.3 is dit verder beschreven.

De brongegevens kunnen betrekking hebben op een situatie die in werkelijkheid niet (meer) aanwezig is. Ook dan dient uitgegaan te worden van deze brongegevens bij de bepaling van de geluidsbelasting. Het geluidproductieplafond is immers maatgevend voor de geluidproductie die de betreffende spoorwegen mogen veroorzaken. De brongegevens bevatten niet meer dan de spoorwegen in een verder lege omgeving. Dit betekent dat voor het akoestisch onderzoek deze gegevens aangevuld moeten worden. Daarbij gaat het om het toevoegen van hard-zacht gebieden, hoogten in het landschap, objecten zoals gebouwen en de geometrie rondom de bron zoals het talud. Daarnaast kan het nodig zijn geluidschermen en wallen toe te voegen bijvoorbeeld als bestaande afscherming niet in het register is opgenomen of als de gemeente een nieuw geluidscherm overweegt voor het bouwplan.

Dit artikel draagt bij aan een heldere scheiding tussen verantwoordelijkheden van de gemeente en van de spoorwegbeheerder. De gemeente gaat uit van het geluidproductieplafond en vult overige gegevens aan. De beheerder leeft het geluidproductieplafond na.

Artikel 5.1

Dit artikel bepaalt dat dit hoofdstuk alleen van toepassing is bij uitvoering van titel 11.3 van de Wet milieubeheer. Het gaat dus over wegen en spoorwegen met een geluidproductieplafond.

Artikel 5.2

In dit artikel is een aantal definities opgenomen.

Bronregisterlijn

Een bronregisterlijn is een lijn die schematisch de geografische ligging van een deel van de weg of spoorweg aangeeft. De lijn wordt beschreven door de punten waartussen zij een verbinding vormen. Deze punten zijn net als referentiepunten vastgelegd met rijksdriehoekskoördinaten. Bij elke bronregisterlijn 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 omtrent het al dan niet remmen van de trein. Er is hier gekozen voor een nieuwe term omdat de termen 'rijlijn' en 'bronlijn' al gebruikt worden in respectievelijk bijlage III voor wegen en bijlage IV voor spoorwegen. De bronregisterlijn is een vereenvoudigde vorm van de in deze bijlagen beschreven rijlijn dan wel bronlijn. Bij het berekenen van de geluidproductie krijgt de bronregisterlijn de functie van rijlijn of bronlijn. De vereenvoudiging werkt dus door in de berekening van de geluidproductie.

Equivalent geluidsniveau

Het begrip equivalent geluidsniveau is weliswaar gedefinieerd in de Wet geluidhinder, maar juist niet in hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer. Daarom is in dit hoofdstuk een begripsomschrijving opgenomen. De omschrijving is iets afwijkend van die in de Wet geluidhinder om direct een verband te leggen met de bepaling van L_{den} volgens de Europese richtlijn omgevingslawaaier. In de werking in de praktijk zal deze definitie echter gelijk zijn aan die van de Wet geluidhinder.

Afschermende objecten

De definitie voor afschermende objecten is gelijk aan de voor dit begrip gebruikte definitie in de Regeling geluid milieubeheer.

De overige definities zijn verwijzingen naar beschrijvingen van de begrippen in andere delen van de regelgeving.

Artikel 5.3

In dit artikel wordt bepaald op welke manier de equivalente geluidsniveaus ten behoeve van de berekening van de geluidproductie worden berekend. Uit de Wet milieubeheer volgt dat de geluidproductie wordt berekend en niet wordt gemeten. Er wordt onderscheid gemaakt in drie situaties: het berekenen van de geluidproductie in algemene zin, bijvoorbeeld voor het vaststellen of wijzigen van een geluidproductieplafond (eerste lid), het berekenen van de geluidproductie voor de eerste vaststelling van geluidproductieplafonds conform artikel 11.45, eerste en tweede lid, van de Wet milieubeheer (tweede lid) en het berekenen van de geluidproductie voor het verslag over de naleving van geluidproductieplafonds (derde lid). Steeds wordt de Standaardrekenmethode 2 uit bijlage III en bijlage IV als basis voorgeschreven voor het berekenen van het equivalent geluidsniveau. Daarnaast worden, afhankelijk van de situatie, ook de voorschriften uit bijlage V toegepast. Deze voorschriften gelden in aanvulling op dan wel in afwijking van de voorschriften van de Standaardrekenmethode 2. De technische bepalingen uit bijlage V zijn van toepassing om een zo groot mogelijke eenduidigheid te bereiken en de benodigde inspanningen binnen redelijke omvang te houden. Voor het omrekenen van de equivalent geluidsniveaus van de te onderscheiden etmaalperiode naar de geluidproductie in L_{den} wordt gebruik gemaakt van de definitie (rekenformule) die is opgenomen in de Richtlijn omgevingslawaai.

Het eerste lid bepaalt ook dat voor het bepalen van het equivalent geluidsniveau alle op de geluidplafondkaart aangegeven delen van wegen en spoorwegen, voor zover ze in het beheer zijn bij dezelfde beheerder, worden meegenomen. In de toelichting bij de artikelen 3.8 en 4.9 is hier al op ingegaan.

Het vierde lid geeft aan op welke manier rekentechnisch de plafondcorrectiewaarde in de berekening is opgenomen. Daarbij is van belang dat deze plafondcorrectiewaarde weliswaar van toepassing is op de geluidproductie in een referentiepunt, maar slechts betrekking heeft op een gedeelte van een weg of spoorweg. Als één referentiepunt wordt beïnvloed door delen van wegen of spoorwegen met een verschillende plafondcorrectiewaarde is er sprake van een zogenoemd 'combinatie-referentiepunt' zoals beschreven in de artikelsgewijze toelichting bij artikel 11.45 in de memorie van toelichting bij de wet van 24 november 2011 houdende wijziging van de Wet milieubeheer in verband met de invoering van geluidproductieplafonds en de overheveling van hoofdstuk IX van de Wet geluidhinder naar de Wet milieubeheer.⁷ Dit treedt bijvoorbeeld op als een weggedeelte met een geluidproductieplafond op basis van het eerste lid van artikel 11.45 van de Wet milieubeheer en een weggedeelte met een geluidproductieplafond op basis van het tweede lid van artikel 11.45 beide een bijdrage leveren aan de geluidproductie op het referentiepunt. In dat geval liggen beide weggedeelten binnen de zogenaamde zichthoek van dat referentiepunt. In dit geval wordt de berekende waarde van de geluidproductie een soort gewogen optelsom van de geluidproductie van het eerste weggedeelte en die van het tweede weggedeelte. Bij deze optelling wordt ook rekening gehouden met het gedeelte van de zichthoek dat beïnvloed wordt door het betreffende weggedeelte. Rekentechnisch is voorgaande ingevuld door de plafondcorrectiewaarde voor de berekening te koppelen aan de bronregisterlijn. De plafondcorrectiewaarde wordt opgeteld bij de berekende geluidemissie van de betreffende bronregisterlijn. Vervolgens wordt de geluidproductie berekend in het referentiepunt. Als er verschillende bronregisterlijnen in de zichthoek van één referentiepunt liggen, ontstaat zo een op correcte wijze gewogen gemiddelde waarde van de afzonderlijke bijdragen van elke bronregisterlijn aan de geluidproductie in het referentiepunt.

Het vierde lid geldt niet als de geluidproductie wordt bepaald voor de jaarlijkse verslaglegging over de naleving (derde lid). In dat geval wordt er geen rekening gehouden met de plafondcorrectiewaarde, omdat dan getoetst moet worden of de werkelijke geluidproductie onder het vastgelegde geluidproductieplafond is gebleven.

Bij een wijziging van een geluidproductieplafond zal de plafondcorrectiewaarde behorende bij de brongegevens van het plafond na de wijziging, veelal nul zijn. Er is dan immers geen sprake meer van een werkruimte van 1,5 dB zoals die gold bij de eerste vaststelling. Als echter alleen een saneringsscherm wordt toegevoegd conform artikel 5.5, zal de plafondcorrectiewaarde zijn waarde behouden (meestal 1,5 dB). Maar ook als bijvoorbeeld het effect van toekomstig bronbeleid een rol speelt, kan de plafondcorrectiewaarde hiervoor benut worden bij een procedure tot wijziging van het plafond.

Artikel 5.4

Dit artikel bepaalt op welke plek de geluidsbelasting wordt bepaald. Bij een geluidsgevoelig object is

⁷ Kamerstukken II 2009/10, 32 252, nr. 3.

dat aan de hoogst belaste gevel. Bij woonbootligplaatsen en woonwagenstandplaatsen die in een bestemmingsplan zijn vastgelegd, is dat de hoogst belaste grens van de ligplaats dan wel standplaats, waarbij op de in het artikel aangegeven hoogte boven lokaal maaiveld wordt gerekend. Bij een woonbootligplaats kan voor het maaiveld worden uitgegaan van de hoogte van het maaiveld dat direct aan de ligplaats grenst. Daarbij is een kleinere hoogte boven lokaal maaiveld genomen dan bij een woonwagenstandplaats. Het niveau van het water waarin een woonschip ligt, is namelijk doorgaans lager is dan de vaste wal waar de ligplaats aan grenst.

Artikel 5.5

Dit artikel is van toepassing op het verlagen van geluidproductieplafonds bij sanering op grond van artikel 11.63 van de Wet milieubeheer. Hier wordt bepaald dat de saneringsmaatregelen aan de brongegevens worden toegevoegd en op basis daarvan het nieuwe plafond wordt berekend. De waarde van de plafondcorrectiewaarde blijft dus ongewijzigd.

Artikel 5.6

Dit artikel bepaalt hoe geluidproductieplafonds worden bepaald voor besluiten die nog onder het oude recht worden genomen, maar toch verwerkt moeten worden in een geluidproductieplafond. Voor besluiten met betrekking tot de infrastructuur, zoals tracébesluiten, geldt dat alle brongegevens uit dat besluit (en eventueel aanvullende overeenkomsten) worden afgeleid en op basis daarvan de nieuwe geluidproductieplafonds worden berekend. Dat is geregeld in het eerste lid.

Voor besluiten in het kader van sanering of woningbouw is in het tweede lid geregeld dat artikel 5.6 geldt. Dit betekent dat de geluidmaatregelen worden toegevoegd aan de bestaande brongegevens en op basis daarvan opnieuw het geluidproductieplafond wordt berekend.

Artikel 5.7

Dit artikel bepaalt op welke wijze de geluidsbelasting van geluidsgevoelige objecten wordt bepaald bij vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds vanwege een weg.

Het gestelde in het eerste lid is een nadere uitwerking van 'geluidsbelasting vanwege de betrokken weg' en 'geluidsbelasting vanwege een bron'. Deze uitwerking komt er op neer dat alle delen van wegen die in het beheer zijn van dezelfde beheerder, als één bron worden beschouwd. In de praktijk betekent dit dat in de omgeving van knooppunten in het netwerk van rijkswegen, slechts één geluidbelasting wordt berekend. Dit is dan de geluidbelasting vanwege het verkeer op alle delen van rijkswegen in de omgeving van het betreffende punt. De achtergrond van deze benadering is toegelicht bij artikel 3.8.

Het tweede lid van dit artikel verplicht tot het hanteren van de brongegevens zoals vastgelegd in het geluidregister. Daarmee wordt bereikt dat rekening gehouden wordt met de vastgestelde geluidproductieplafonds met inbegrip van de plafondcorrectiewaarde. Zo legt dit artikel een harde relatie tussen geluidproductieplafond en geluidsbelastingen in de omgeving. Daarnaast wordt op grond van het derde lid ook rekening gehouden met de nieuwe brongegevens behorende bij de voorgenomen vaststelling of wijziging van een nieuw geluidproductieplafond. Op deze wijze kan uitvoering worden gegeven aan artikel 11.30 van de Wet milieubeheer. Dat artikel bepaalt immers dat geluidsbelastingen die voortvloeien uit het geluidproductieplafond zoals dat geldt na de vaststelling of wijziging, moeten worden vergeleken met de geluidnormen uit artikel 11.2 van de Wet milieubeheer en indien van toepassing met de geluidsbelastingen die voortvloeien uit het (bestaande) geldende geluidproductieplafond.

Het vierde lid van het artikel geeft aan dat voor het opstellen van saneringsplannen ook bijlage VI van toepassing is. In die bijlage worden onder andere enkele vereenvoudigingen in de berekeningen toegestaan.

Artikel 5.8

Dit artikel bepaalt op welke wijze de geluidsbelasting wordt bepaald bij wijziging of vaststelling van geluidproductieplafonds van een spoorweg. Het artikel is gelijk aan 5.7 dat voor een weg geldt.

Artikel 5.9

In het eerste lid is geregeld dat voor de bepaling van de hoogst belaste gevel of het hoogst belaste punt op de grens van een woonwagenstandplaats of ligplaats voor een woonschip, niet gewerkt wordt met opgetelde geluidsniveaus van verschillende wegen of spoorwegen. Er wordt dus alleen naar de belasting vanwege één weg of spoorweg gekeken. Dat is gedaan om met name bij aanleg van een

nieuwe weg of spoorweg in de buurt van een bestaande weg of spoorweg op de juiste plaats te toetsen. Het gaat dan immers om de plek waar vanwege die nieuwe aanleg de geluidbelasting het meest zal toenemen. Dit kan bijvoorbeeld de achterkant van een object zijn, dat aan de voorkant hoger belast is door een bestaande weg of spoorweg. In dat geval is dus de achterkant toch de gevel waar getoetst wordt bij vaststelling van het geluidproductieplafond voor de nieuwe weg of spoorweg.

In het tweede lid is bepaald dat gevels die als zogenaamde 'dove gevel' zijn gebouwd buiten beschouwing worden gelaten bij het bepalen van de hoogst belaste gevel, bedoeld in het eerste lid. Op deze gevels is immers bij de procedure voor de bouw van dat object ook niet getoetst aan grenswaarden uit de Wet geluidhinder. De geluidbelasting van dat object wordt dus bepaald door de geluidbelastingen op de andere gevels.

In het derde lid is vervolgens bepaald dat ook geen rekening hoeft te worden gehouden met gevels waarvan uit het bestemmingsplan blijkt dat zij voldoen aan de definitie van een 'dove gevel' in de zin van de Wet geluidhinder.

Artikel 5.10

Dit artikel bepaalt welke geluidsgevoelige objecten en welke referentiepunten ten minste moeten worden meegenomen in een akoestisch onderzoek naar het voldoen aan de normen van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer dat behoort bij een verzoek tot vaststelling of wijziging van een geluidplafond. Belangrijk is dat dit artikel slechts betrekking heeft op het onderzoeksgebied behorende bij een concreet verzoek tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds en op de geluidsgevoelige objecten waarvoor een toets aan de normen van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer moet plaatsvinden. Bij de voorbereiding van een dergelijk verzoek kan de aanvrager, bijvoorbeeld de beheerder, een groter gebied, met meer referentiepunten en geluidsgevoelige objecten, in beschouwing nemen, bijvoorbeeld om een goede doelmatigheidsafweging van maatregelen te kunnen maken. Hierop ziet dit artikel niet, dit is een verantwoordelijkheid van de aanvrager (beheerder) zelf.

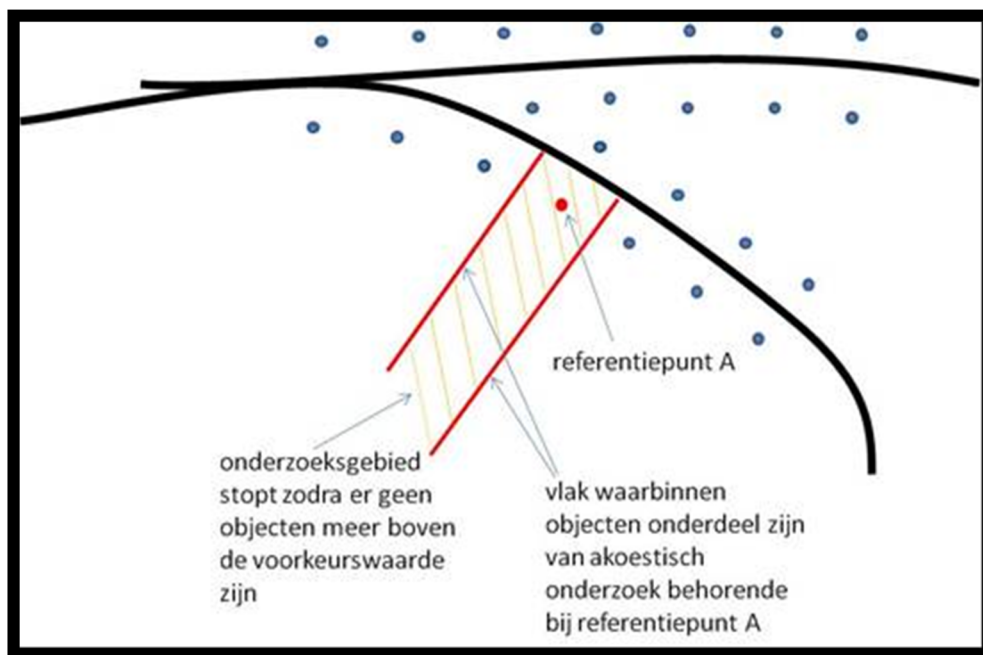
Het eerste lid bepaalt welke referentiepunten in ieder geval in beschouwing worden genomen. Op grond van onderdeel a zijn dat nieuwe referentiepunten of referentiepunten die worden verschoven.

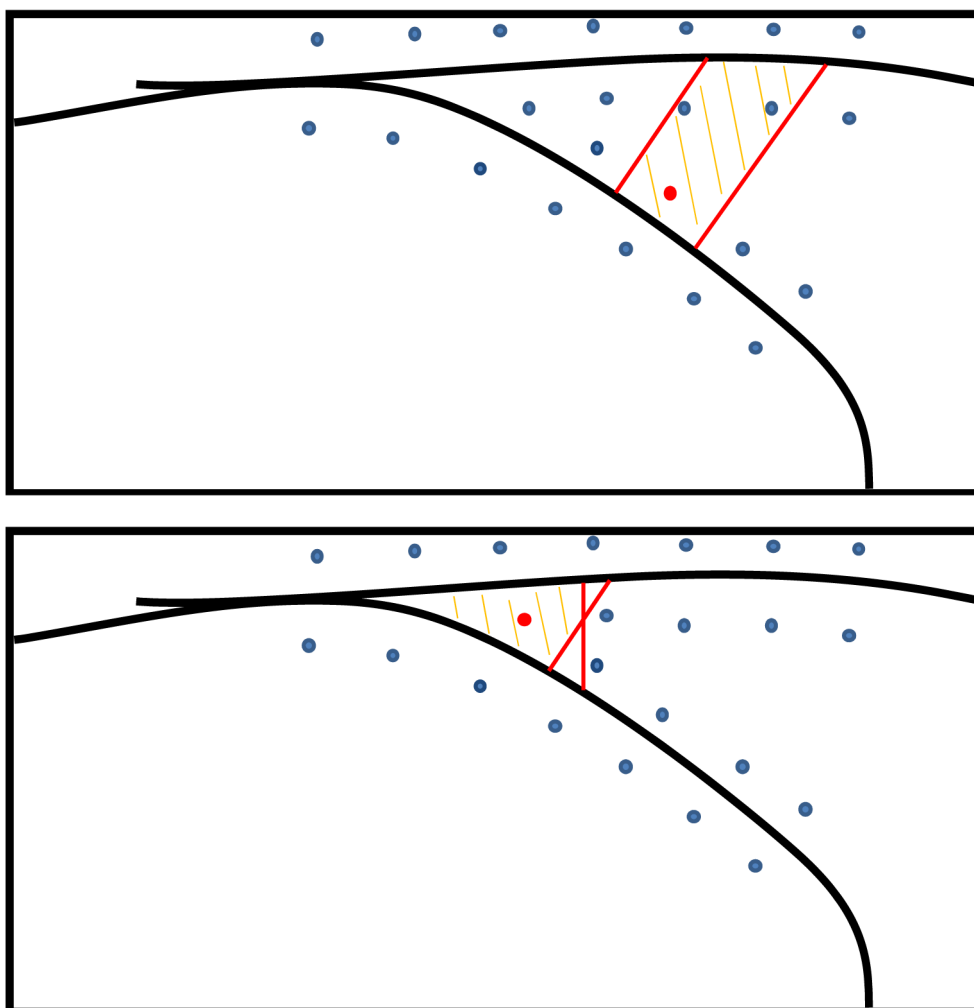
Op grond van onderdeel b zijn dat de referentiepunten waarop de geluidproductie in de nieuwe situatie, maar nog exclusief nieuwe geluidbeperkende maatregelen, 0,1 of meer dB hoger is dan het geldende geluidproductieplafond. In dat geval wordt dus de geluidproductie berekend op basis van de nieuwe brongegevens, waarbij de nieuwe geluidbeperkende maatregelen nog niet zijn meegenomen. Op de geluidsgevoelige objecten behorende bij deze punten dient namelijk een toets van de geluidsbelasting plaats te vinden aan de norm van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer. Op basis van de uitkomst van deze toets moet de beheerder vervolgens, op grond van artikel 11.29 van de Wet milieubeheer, een doelmatigheidsafweging maken. Bij die doelmatigheidsafweging kan de beheerder ook extra geluidsgevoelige objecten moeten meenemen, bijv. woningen die bij meerdere naastgelegen referentiepunten horen, wanneer de dimensionering van de doorgerekende maatregelen ook tot aan die referentiepunten doorloopt. Op die geluidsgevoelige objecten hoeft dan echter niet een toets aan de normen van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer plaats te vinden. Dat is expliciet ook zo bepaald in het vijfde lid, en daarom zijn die referentiepunten onder onderdeel b ook niet genoemd. De doelmatigheidsafweging kan leiden tot nieuwe geluidbeperkende maatregelen die onderdeel zijn van de brongegevens behorende bij het verzoek tot vaststelling of wijziging van geluidproductieplafonds. Evenzo kunnen deze brongegevens nieuwe verkeersgegevens bevatten en een andere ligging van de bron. De aanpassing van al deze brongegevens in het register kan op zich ook effect hebben op andere referentiepunten dan de onder b genoemde punten. Onderdeel c regelt daarom dat ten minste ook die referentiepunten onderdeel zijn van het akoestisch onderzoek wanneer de geluidproductie in die referentiepunten 0,1 dB of meer afwijkt van het geldende geluidproductieplafond in de situatie met de nieuwe brongegevens, waaronder dus ook de nieuwe geluidbeperkende maatregelen. Voor deze punten zullen namelijk ook geluidproductieplafonds moeten worden gewijzigd om de brongegevens en geluidproductieplafonds consistent te houden. In de praktijk zal de geluidproductie hierdoor altijd ook voor een aantal verder gelegen referentiepunten worden berekend, om er zeker van te zijn dat de geluidproductie op die referentiepunten minder dan 0,1 dB afwijkt van het geldende geluidproductieplafond.

Het tweede tot en met vierde lid bepalen per referentiepunt welke objecten onderdeel van het onderzoek naar het voldoen aan de normen van artikel 11.30 van de wet zijn. In de richting loodrecht op de bron wordt dit begrensd doordat objecten met een geluidsbelasting op of onder de voorkeurswaarde niet hoeven te worden meegenomen, omdat een geluidsbelasting tot en met de voorkeurswaarde altijd toelaatbaar is. In de richting van het referentiepunt naar de bron toe geldt dat objecten aan de andere kant van de bron niet hoeven te worden meegenomen. Daar liggen immers andere referentiepunten die de geluidsbelastingen op die objecten bewaken. In de lengterichting wordt het

aandachtsgebied beperkt door de lijnen loodrecht op de bron, aan weerszijden van het referentiepunt, halverwege de afstand naar het naastgelegen referentiepunt. Bij knooppunten van infrastructuur pakt dit iets anders uit, maar is ook steeds met het in acht nemen van de regels uit dit artikel een logisch aandachtsgebied te bepalen. In onderstaande figuren zijn voorbeelden van het in dit artikel gedefiniëerde onderzoeksgebied weergegeven. In het geval de weg of spoorweg van de betreffende beheerder eindigt, regelt het derde lid dat het aandachtsgebied voorbij het einde van het beheergebied van de betreffende beheerder doorloopt totdat redelijkerwijs de geluidsbelasting lager is dan de voorkeurswaarde. Bij een weg kan het bijvoorbeeld gaan om een rijksweg die overgaat in een provinciale weg of gemeentelijke weg. Bij bepaling van de geluidsbelasting voor de toets aan de voorkeurswaarde wordt dan alleen het geluid van de rijksweg in beschouwing genomen.

Het vijfde lid bepaalt vervolgens dat de woningen die behoren bij referentiepunten waarop de geluidproductie niet toeneemt in de situatie zonder de nieuwe geluidbeperkende maatregelen (dit zijn de referentiepunten, bedoeld in het eerste lid onder c), geen onderdeel zijn van het akoestisch onderzoek naar het voldoen aan de normen van artikel 11.30 van de Wet milieubeheer. Dit is logisch, omdat de geluidsbelastingen op geluidgevoelige objecten, ook bij hoogbouw, dan ook niet zullen kunnen toenemen en dus een toets aan de normen overbodig is.





Figuren behorend bij de toelichting op artikel 5.10: Voorbeelden van het onderzoeksgebied behorende bij het referentiepunt dat is gelegen in het gearceerde gebied

Artikel 5.11

Artikel 5.11 betreft een aanpassing van de wegdekcorrectie vooruitlopend op de effecten van invoering van stillere banden en strengere geluideisen aan wegvoertuigen en heeft dezelfde werking als artikel 3.5 bij uitvoering van de Wet geluidhinder. Het artikel regelt een verlaging van de wegdekcorrectieterm met 1 dB of 2 dB. Dit betekent in de praktijk dat het een extra geluidreductie oplevert, omdat een lagere wegdekcorrectie een hogere geluidreductie oplevert.

Er is besloten dat de Europese geluideisen aan banden worden aangescherpt en over 5 tot 10 jaar zullen de effecten hiervan merkbaar zijn. Besluitvorming over aanscherping van de geluideisen aan wegvoertuigen is in voorbereiding. Hierdoor is het mogelijk een nauwkeurige voorspelling te doen van de effecten. Daarbij zijn zowel optimistische als pessimistische scenario's mogelijk. In dit artikel is gebaseerd op een midden-scenario, tussen optimistisch en pessimistisch in.

De in het artikel gebruikte namen voor wegdektypen komen overeen met de op de in paragraaf 7.5 van bijlage III genoemde website (www.stillerverkeer.nl) gehanteerde namen. Er is gekozen voor een aanpassing van de wegdekcorrectie, omdat de effecten 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 ZOAB en tweelaags ZOAB, is de geluidreductie minder. Datzelfde geldt voor uitgeborsteld beton en geoptimaliseerd uitgeborsteld beton en elementenverhardingen, zoals straatstenen, en oppervlaktbewerking. Om die reden is onderscheid gemaakt tussen wegdekken met een 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. Vandaar dat de aanpassing van de wegdekcorrectie pas vanaf snelheden van 70 km/uur geldt.

Artikel 6.1

In afwijking van artikel 1 van de Wet geluidhinder en artikel 1 van het Besluit geluid milieubeheer wordt in hoofdstuk 6 van deze regeling voor het begrip gevel verwezen naar het begrip uitwendige scheidingsconstructie volgens het Bouwbesluit 2012. Ingevolge deze definitie worden mede tot de gevel gerekend constructiedelen, bevestigd aan het gebouw, die de geluidsbelasting binnen dat gebouw beïnvloeden door reflectie of afscherming van het geluid.

Artikel 6.2

Ingevolge de definitie van de gevel en het bepaalde in dit artikel kan het verschil tussen de geluidsbelasting buiten en de geluidsbelasting binnen geheel worden aangemerkt als de geluidwering van de gevel. De keuze voor het hanteren van een afgeleide grootte is ingegeven door de wens, de meet- en rekenmethode zoveel mogelijk 'op één noemer te brengen' teneinde verschillen in resultaten tussen reken- en meetmethode te voorkomen of te beperken. Een bijkomend voordeel is dat met de in deze regeling aangewezen meetmethode onafhankelijk van de aanwezige geluidsbelasting van de gevel controlemetingen kunnen worden uitgevoerd.

Artikel 6.3

Of in de praktijk, ter bepaling van de geluidwering, moet worden gekozen voor meting of berekening is afhankelijk van de situatie. Vanzelf spreekt, dat slechts door middel van meting kan worden bepaald of een gevel na het treffen van geluidwerende voorzieningen voldoet aan de eisen. Of aan een aanwezige gevel geluidwerende voorzieningen moeten worden getroffen, zal in de meeste situaties door middel van berekening kunnen worden bepaald. Bij onduidelijkheid over in de gevel gebruikte materialen kan echter een meting noodzakelijk zijn.

Meting van de geluidsbelasting in de geluidsgevoelige ruimten kan in principe op vele wijzen plaatsvinden. In het onderhavige hoofdstuk wordt een meetmethode gegeven, die in vergelijking met andere methoden eenvoudig en in de meeste situaties toe te passen is. Bij deze methode wordt de geluidwering van de gevel bepaald met behulp van een kunstmatige geluidsbron, opgesteld onder een hoek van 45° ten opzichte van de gevel of de verschillende gevelvlakken, waarbij het resultaat voor de verschillende gevelvlakken wordt gecombineerd door rekening te houden met de verschillen in geluidbelasting door de feitelijke bron. Deze methode wordt in NEN 5077 beschreven op basis van NEN-EN-ISO 140-5. De toepassing wordt nader toegelicht in NPR 5097.

Teneinde een goede aansluiting te behouden met de wijze van berekenen die nu gebruikelijk is, kan niet worden volstaan met een verwijzing naar de norm NEN-EN 12354-3, maar moet ook gebruik worden gemaakt van de aanwijzingen in de informatieve annexen uit die norm. Daarin wordt de mogelijkheid geboden de geluidsisolatie van samengestelde gevelelementen als ramen te berekenen op grond van gegevens over die samenstellende onderdelen (glas, kozijn, kierdichting), wordt de invloed van de gevelstructuur nader uitgewerkt en worden aanpassingen behandeld voor kleine gevelelementen, als afmetingsextrapolatie en positiecorrecties. Zowel ten aanzien van de wijze van toepassen van deze rekenmethode, als ten aanzien van het hanteren van de meest adequate invoergegevens wordt een praktische toelichting gegeven in de NPR 5272:2003.

In het derde lid wordt aangegeven dat de berekening moet worden beschouwd als een simulatie van een meting, zodat alle relevante aanwijzingen uit de meetnorm expliciet ook van toepassing zijn op de interpretatie van de situatie voor de berekeningen.

Artikel 6.4

In het eerste lid zijn de uitgangspunten opgesomd waarmee bij de bepaling van geluidwering van de gevel, door meting of door berekening, rekening moet worden gehouden. De wijze waarop dat moet gebeuren, is in de in artikel 6.3 aangewezen meet- en rekenmethoden uitgewerkt.

De geluidoverdracht via kieren en naden wordt bepaald volgens NPR 5272:2003. Het gaat hierbij om de eigenschappen van het soort constructie en niet om de effecten van achterstallig onderhoud.

De bestaande geluidwering wordt bepaald zonder de invloed van kieren en naden. In geval van een meting moeten kieren en naden gedurende de meting worden afgedicht. Bij een berekening kan worden volstaan met een zogenoemde kierterm (K). Deze representeert de invloed van kieren en

naden per geheel gevelvlak. Vergelijking (3) uit NPR 5272:2003 wordt als volgt aangepast:

$$\tau_{e,j} = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} 10^{-R_j/10} + K$$

Dit leidt bij een gesloten gevel tot een kierterm van 45–50 dB. Alleen als de daadwerkelijke geluidwering van een constructiedeel lager wordt geacht, zoals kantel-, schuif-, stolp- en stalen ramen en/of deuren kan een lagere kierterm worden toegepast van bijvoorbeeld 25 of 30 dB. De daadwerkelijke geluidwering van een constructiedeel en de bijbehorende kierterm van een geheel gevelvlak is ter beoordeling aan een akoestisch deskundige.

Voor de rekenkundige bepaling van de benodigde geluidwerende voorzieningen, wordt de invloed van kieren en naden per gevelvlak bepaald volgens vergelijking (3) uit NPR 5272:2003. Na het aanbrengen van geluidwerende voorzieningen kan de geluidwering van de gevel worden gemeten. Het is dan niet toegestaan te meten met afgedichte kieren en naden.

In principe wordt de akoestische prestatie bij een geventileerde gevel bepaald met een geopende voorziening waarmee aan de eisen voor luchtverversing wordt voldaan. Deze eisen zijn opgenomen in het Bouwbesluit 2012 en volgens dat besluit bij verbouw te baseren op rechtens verkregen prestaties. In het tweede tot en met vierde lid is echter aangegeven dat voor dit besluit slechts met de helft van de voor nieuwe woongebouwen benodigde luchthoeveelheid rekening behoeft te worden gehouden, teneinde de ingrijpendheid van mogelijk te nemen maatregelen te beperken, en dat zowel bij metingen als berekeningen die ventilatieopening door een berekening wordt verwerkt. Bij metingen is hiervoor gekozen omdat daarbij het regelen van de luchthoeveelheid met daarvoor niet specifiek bedoelde voorzieningen niet betrouwbaar is uit te voeren.

Artikel 6.5

In dit artikel wordt aangegeven dat voor alle soorten geluidsbronnen in principe van het specifiek ter plaatse heersend geluidsspectrum wordt uitgegaan, maar dat voor weg- en spoorwegverkeer daarvoor praktisch gesproken vrijwel altijd het aangegeven standaard referentiespectrum kan worden gebruikt. Voor wegverkeer is daarvoor het spectrum aangewezen dat in NEN-EN-ISO 717-1 wordt gegeven, waarnaar ook NEN 5077:2006 verwijst; voor spoorwegverkeer is het spectrum aangewezen zoals dat bij eerdere regelgeving in Nederland is gehanteerd. In geval het spoorwegverkeer in belangrijke mate goederentreinen betreft wordt aangegeven dat dan het wegverkeersspectrum van toepassing is. Indien in die gevallen niet van het standaardspectrum gebruik wordt gemaakt, moet dat worden gemotiveerd.

Artikel 7.1

Hoofdstuk 7 wordt toegepast bij het opstellen van geluidsbelastingkaarten, naast de bepalingen over omgevingslawaaï in de Wet milieubeheer, het Besluit geluid milieubeheer en de Regeling geluid milieubeheer.

Artikel 7.2

Voor de begripsomschrijving van equivalent geluidsniveau is aangesloten bij de Richtlijn omgevingslawaaï.

Artikel 7.3

Dit artikel bepaalt welke methoden gebruikt kunnen worden voor het bepalen van het equivalent geluidsniveau ten behoeve van het opstellen van een geluidsbelastingkaart. Artikel 8 van de Regeling omgevingslawaaï had dezelfde strekking als artikel 7.3. In artikel 7.3 is onderscheid gemaakt tussen de wegen en spoorwegen die niet op de geluidplafondkaart staan (eerste lid) en wegen en spoorwegen die daar wel op staan (tweede lid). De standaardkarteringsmethoden 1 en 2 zijn zelf opgenomen in bijlage VII. Deze methoden wijken niet af van de methoden die voorheen waren beschreven in bijlage 3 bij de Regeling omgevingslawaaï.

Ten aanzien van de wegen die op de geluidplafondkaart staan, is bepaald dat met bepaalde omstandigheden geen rekening gehouden hoeft te worden. Het gaat om omstandigheden die voor de beheerder van de rijkswegen lastig te modelleren zijn.

Artikel 7.4

Om pragmatische redenen is in het kader van de geluidsbelastingkaarten en de actieplannen voor



industrielawaai gekozen voor een één-op-één conversie van de geluidsbelasting vanwege een industrieterrein als bedoeld in artikel 1 van de Wet geluidhinder naar de geluidsbelasting L_{den} en de geluidsbelasting L_{night} . De kosten en moeite die nodig zijn voor het berekenen van de geluidsbelasting L_{den} en de geluidsbelasting L_{night} voor dit doel staan namelijk in geen verhouding tot daarmee te verkrijgen beperkte winst in nauwkeurigheid. In formulevorm kan het eerste lid worden omschreven als: $L_{den} = L_{wgh}$ en het tweede lid als: $L_{night} = L_{den} - 10$ dB.

Artikel 8.2

De inwerkingtreding van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 is gekoppeld aan de inwerkingtreding van de plafondsysteematiek: dat zal naar verwachting op een van de vaste verandermomenten zijn.

*De Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu,
J.J. Atsma.*