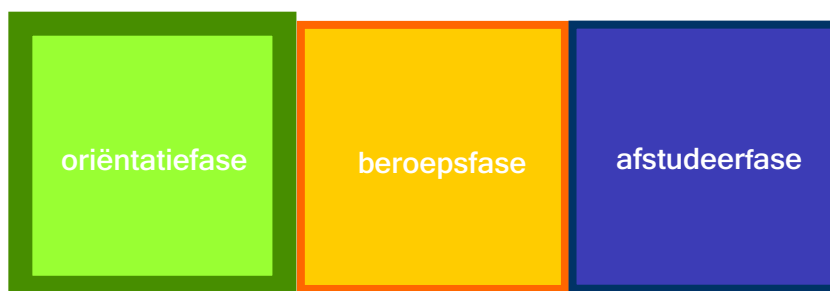


Theoriebundel

Onderzoekstechnieken



Geluid

Milieu en ruimte 4.3

auteur: Piet de Jongh

versie: 22-03-2020



Inhoud

GELUID EN GELUIDSANERING

1. Geluid van bron naar waarnemer

- 1.1 Geluidhinderbestrijding**
- 1.2 Geluidsanering bij de bron**
- 1.3 Stille apparatuur**
- 1.4 Afsluiting**

2. Geluidssanering tijdens de overdracht van geluid

- 2.1 Voortplanting van geluid buiten**
- 2.2 Voortplanting van geluid binnen**
- 2.3 Geluidsschermen en -wallen**
- 2.4 Zonering**
- 2.5 Afsluiting**

3. Geluidssanering dicht bij de waarnemer

- 3.1 Woningisolatie**
- 3.2 Afsluiting**

4. Geluidssanering in de praktijk

- 4.1 Verkeer**
- 4.2 Horeca**
- 4.3 Afsluiting**

Hoofdstuk 1 Geluid van bron naar waarnemer

Oriëntatie

Geluid, lawaai, herrie; in het spraakgebruik van gewone mensen zoals jij en ik zijn er al meerdere woorden voor. Als je er een akoesticus (geluiddeskundige) bij haalt, wordt de spraakverwarring misschien nog wel groter. De bedoeling van dit hoofdstuk is de begrippen duidelijk maken, die geluid op een eenduidige manier beschrijven. Ook gaan we rekenen met decibellen, beslist geen basisschoolwerk.

1.1 Geluidhinderbestrijding

Bij geluidsoverlast kunnen we ons wel wat voorstellen. Wie heeft er niet mee te maken? Als je zelf al niet klaagt over de geluidsinstallatie van je buurman, dan klaagt de buurman wel over jouw brommer. Degene die last heeft van het lawaai wil maar één ding; dat het snel ophoudt. Hoe dat moet, daarover zal hij of zij zich niet erg druk maken. Maar degene die de maatregelen moet nemen, kan zich maar beter wel druk maken over de vraag welke methoden geschikt zijn. In deze paragraaf geven we een overzicht van de principes die worden toegepast bij het verminderen van geluidsoverlast. Details worden besproken in de verdere hoofdstukken van dit boek.

Van bron naar waarnemer

Bij geluidsoverlast moet ergens worden ingegrepen in het pad dat het geluid volgt: van bron naar waarnemer. Dit ingrijpen noemen we, net zoals bij bodemverontreiniging bijvoorbeeld, saneren. Waar op dat pad van het geluid je gaat saneren en op welke manier hangt af van vele factoren, bijvoorbeeld van de soort bron, het aantal mensen dat overlast heeft, kosten en mogelijkheden.

Voor wat betreft de bron van het geluid kunnen we drie groepen onderscheiden, namelijk industrie, verkeer en horeca. Deze worden op verschillende manieren aangepakt, ook omdat de omstandigheden zo verschillend zijn. Zo is veel industrie gevestigd op aparte bedrijventerreinen, terwijl veel spoorlijnen dwars door woonwijken lopen. Verkeer veroorzaakt vooral overdag lawaai, terwijl een café juist alleen 's avonds en 's nachts overlast kan bezorgen. Ook de beleving van het geluid kan verschillen. Of geluid als hinderlijk wordt ervaren hangt vaak samen met de bron van het geluid.

Als het gaat over de plaats van saneren tussen bron en waarnemer zijn er verschillende mogelijkheden. Je kunt bijvoorbeeld bij een bedrijf kiezen uit verschillende manieren van geluidssanering: dichtbij de bron (omkassen van een machine), buiten het bedrijf (geluidsscherm om het terrein) of dichtbij de waarnemer (dubbel glas in de woning). Vaak zal blijken dat verschillende mogelijkheden misschien technisch wel haalbaar zijn, maar niet voldoende werken of niet te betalen zijn.

In figuur 1.1 worden de saneringsmogelijkheden weergegeven. Er is gekozen voor een opzet waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de al eerder genoemde bronnen (industrie, verkeer en horeca) en de plaats van saneren (van bron tot waarnemer). Gebruik dit schema om het overzicht te behouden als je verderop in dit boek allerlei details in je opneemt.

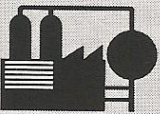
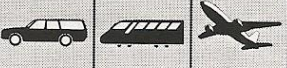


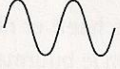

Soort bron:	Industrie 	Verkeer 			Horeca 
Pad van het geluid:					
Bron 	Omkastning	Bekleding motorkap Zoab		Stille vlieg- tuigen	Geluidinstallatie zachter
Overdracht 	Geluidscherm Afstand maken	Geluidscherm Afstand maken			
Waarnemer 	Woningisolatie				

Fig. 1.1
Samenvattend schema met mogelijkheden van geluidssanering.

Vragen 1.1

a Bekijk het schema van figuur 1.1 nog eens. Sommige vakjes zijn niet ingevuld. Bedenk zelf waarom niet.

b Zoek in je omgeving een aantal concrete geluidwerende maatregelen op. Plaats deze in een kopie van het schema van figuur 1.1.

c Noem voorbeelden van momenten waarop je zelf last hebt van bepaalde geluiden.

Beantwoord voor elke situatie de volgende vragen:

- Wat is de bron?
- Welke maatregel neem je?
- Waar kun je die maatregel in het schema plaatsen?

d. Geluid kan zich in allerlei media voortplanten. Zet de snelheid van geluid in de volgende media eens op een rij van laag naar hoog. Water, ijzer, lucht, ijs en vacuüm. (zie Wikipedia). Geef een verklaring voor deze volgorde.

1.2 Geluidsanering bij de bron

In dit deel zullen we het begrip sanering bij de bron bespreken. Het is logisch daarmee te beginnen, want in veel gevallen is het de meest aantrekkelijke methode om iets aan het geluid zelf te doen. Als je last hebt van de geluidinstallatie van de burens, denk je eerst: ‘Laten ze hun installatie maar eens wat zachter zetten’. Pas veel later ga je isolatie op de tussenwand aanbrengen.

Geluidsbronnen

Bronnen geven op verschillende manieren het geluid af, wat invloed heeft op het effect bij de waarnemer. Zelf luister je ook liever naar een HIFI-stereo-installatie dan naar een klein zakradiootje. Daarom gaan we in deze paragraaf in op de verschillende soorten bronnen en het effect daarvan op de geluidsdruk bij de waarnemer.

Soorten geluid en geluidsoverdracht

De buurvrouw loopt met haar naaldhakken over de plavuizen. Dat hoor je veel beter dan de buurman die zijn kinderen toeschreeuwt. Dat komt door de manier waarop het geluid ontstaat en wordt overgedragen.

Luchtgeluid

Bij luchtgeluid wordt de lucht rechtstreeks door de geluidsbron in trilling gebracht. Het geluid plant zich ook door de lucht voort, eventueel door kieren en spleten. Luchtgeluid kan in contact komen met bijvoorbeeld de vloer, plafond of muur. Deze geven het geluid weer door naar buiten of naar de buurman. Voorbeelden van luchtgeluid zijn auto's, muziek en praten.

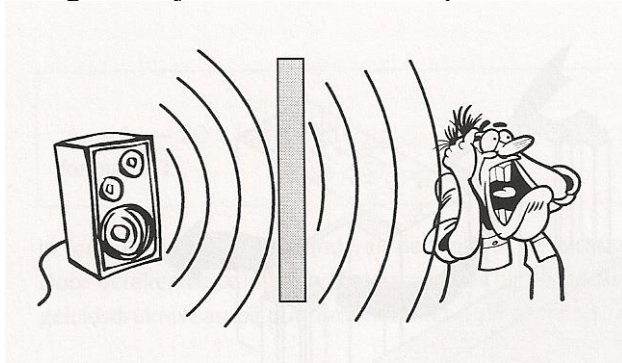


Fig. 1.2 Luchtgeluid

Contactgeluid

Bij contactgeluid brengt de geluidsbron door direct contact een bouwkundige constructie in trilling. Deze trilling brengt vervolgens de omringende lucht in trilling, zodat het geluid de waarnemer kan bereiken. Voorbeelden van contactgeluid zijn lopen, boren in een muur, trillende machines en slaan met deuren.

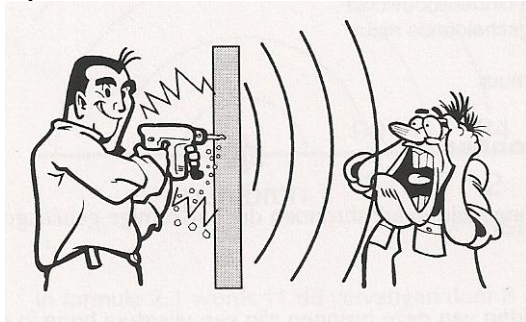


Fig. 2.3 Contactgeluid.

Flankerende geluidsoverdracht

Een bron kan op meerdere manieren de waarnemer bereiken. Het kan door directe geluidsoverdracht via een constructie van bijvoorbeeld het café naar de woning ernaast overgebracht worden. Maar de trillingen kunnen ook langs andere wegen worden overgedragen: flankerende geluidsoverdracht.

We geven een voorbeeld van flankerende geluidsoverdracht. Een luidspreker brengt de lucht in trilling. Die lucht brengt op zijn beurt de wanden, vloer en plafond in trilling. Deze constructies geven de trilling door aan het huis van de buren, waar de lucht in trilling wordt gebracht.

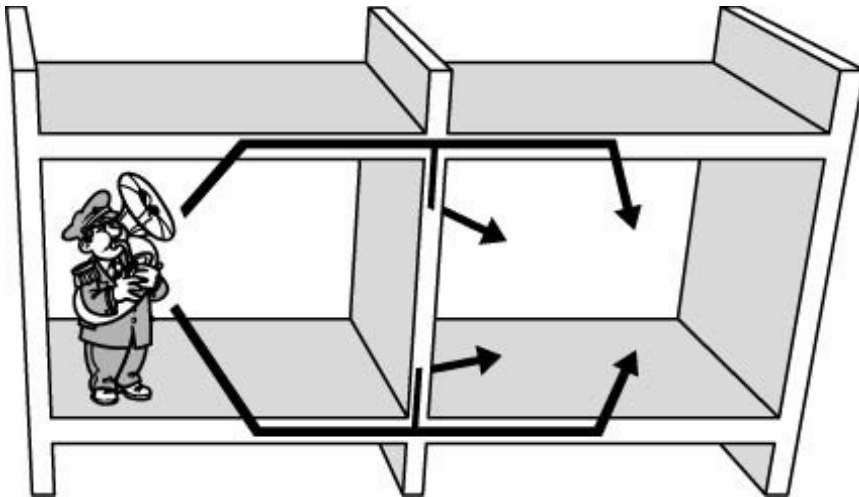
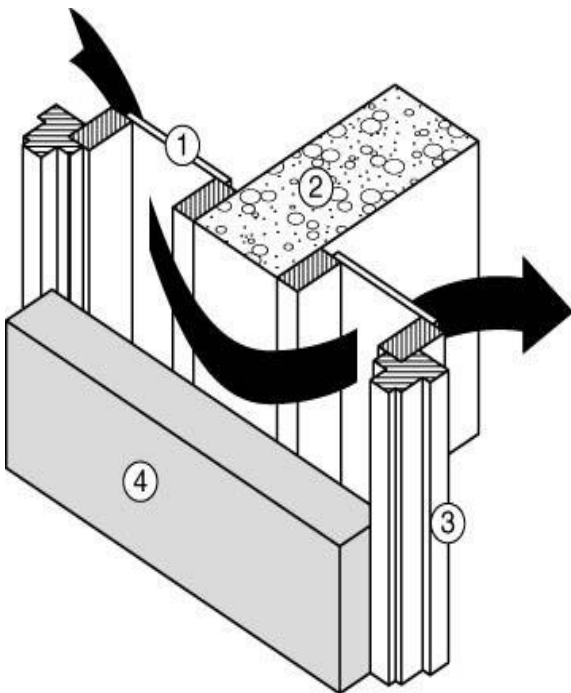


Fig. 1.4 Flankerende geluidsoverdracht.

Omloopgeluid

We hebben het over omloopgeluid als luchtgeluid bijvoorbeeld via een ventilatiekanaal of een raam naar buiten een fabriek wordt overgedragen en vervolgens via andere constructies geluid voortbrengt.



- 1 Houten binnenspuwblad
- 2 Woningscheidende muur
- 3 Kozijn
- 4 Buitenmuur

Fig. 1.5 Omloopgeluid.

Puntbronnen

Puntbronnen zijn geluidsbronnen die bolvormige geluidsgolven afstralen. Voorbeelden van deze bronnen zijn een vliegtuig hoog in de lucht en het uiteinde van een schoorsteen met geluiduitstoot. Maar ook auto's op een verkeersweg met een kleine verkeersintensiteit en het draaistel van een trein, vooropgesteld dat er geen reflecties zijn. Door de bolvormige uitstraling neemt de geluidsdruk verder van de bron steeds meer af.

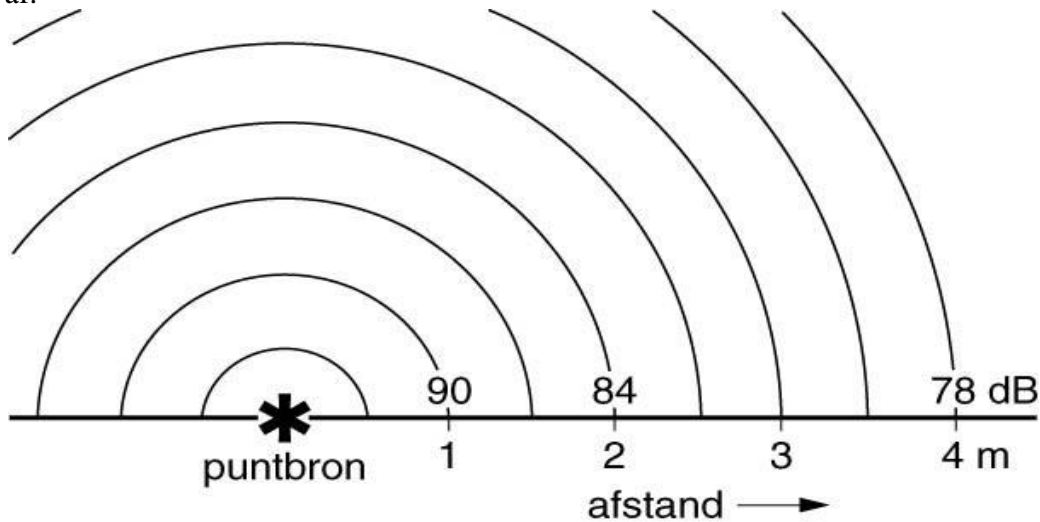


Fig. 1.6 Afstandsverzwakking van geluid bij een puntbron.

Door berekening kunnen we laten zien dat bij afstandsverdubbeling het geluidsdrukniveau bij puntbronnen met 6 dB afneemt. Zie figuur 1.6.

Lijnbronnen

Lijnbronnen kunnen enerzijds bestaan uit bijvoorbeeld een stromende vloeistof, water in een waterleiding, of gas. Anderzijds kunnen we een groot aantal puntbronnen, bijvoorbeeld auto's op een verkeersweg, beschouwen als een (samengestelde) lijnbron. Bij lijnbronnen neemt het geluidsniveau bij afstand verdubbeling met 3 dB af.

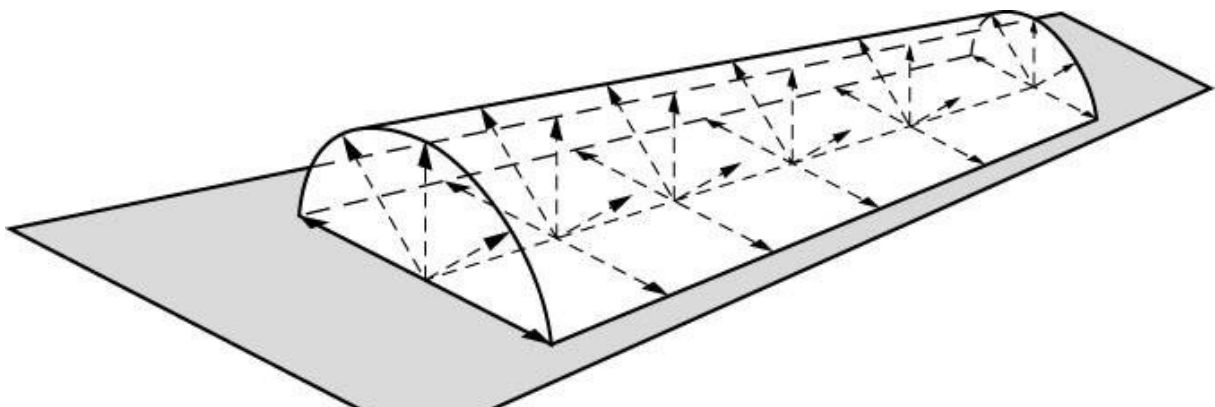
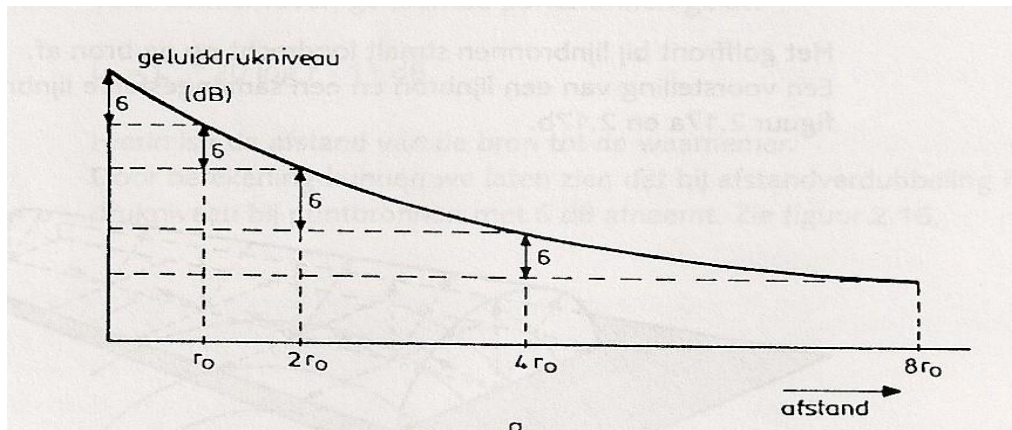


Fig. 1.7 Voorstelling van een lijnbron.



Figuur 1.8 Het ideale geluidveld van een puntbron

Het verloop van het geluidsniveau van een bron als functie van de afstand van de bron noemt je het geluidveld. Dit geluidveld kan door verschillende oorzaken vooral dichtbij en ver van de bron verstoord raken. In figuur 1.8 is als voorbeeld het geluidveld van een puntbron weergegeven.

Hoe verder je je nu van de bron verwijderd des te meer zal het geluidsniveau afnemen, dat is logisch. Maar dat dit verschijnsel erg afhankelijk is van de frequentie van het geluid, ligt minder voor de hand. Een geluid met een frequentie van 125 Hz neemt over een afstand van 100 m in het vrije veld nauwelijks in strekte af, terwijl een geluidsfrequentie van 8000 Hz over 100 m met maar liefst 4.6 dB afneemt. Hoge tonen worden dus veel sterker door lucht en omgeving gedempt dan lage.

Vragen 1.2

a. In deze paragraaf is onderscheid gemaakt tussen puntbronnen, lijnbronnen en samengestelde lijnbronnen. Deel de volgende bronnen in de bovengenoemde categorieën in:

- autoverkeer op een snelweg;
- een kleine fabriek op redelijke afstand;
- trein op korte afstand van de spoorbaan;
- ventilator in een gevel;
- luidspreker op een station;
- startend vliegtuig.

Beargumenteer je antwoord.

b. Leg uit waarom je aan figuur 2.8 kunt aflezen dat het om een puntbron gaat.

1.3 Stille apparatuur

Daar waar het geluid in bedrijven geproduceerd wordt, kan het ook het best worden bestreden: bij de bron. Door aanpassing van de constructie van apparaten kan vaak een aanzienlijke vermindering van geluidsproductie verkregen worden. In deze paragraaf gaan we bekijken welke mogelijkheden daartoe voorhanden zijn.

Saneringstechnieken

Machines produceren op verschillende plaatsen en manieren lawaai. Dit heeft consequenties voor de saneringsmogelijkheden. Hieronder bespreken we enkele methoden, zoals ontdreunen, omkasten, materiaalgebruik, trillingsdempers en toerentalverlaging.

Je kunt bijvoorbeeld beplating ontdreunen. Dat wil zeggen resonanties in grote metalen oppervlakten voorkomen. Dit kan door ander materiaal te nemen of de bevestiging te

verbeteren. Sla maar eens met een hamer tegen een plaat ijzer en daarna tegen een plaat lood van dezelfde afmetingen. Bij ijzer hoor je een hoog geluid, wat lang hoorbaar blijft, bij lood een dof geluid, wat snel uitsterft.

Bewegende delen aan apparaten, zoals overbrengingen (kettingen en tandwielen), produceren geluid. Het gebruik van V-snaren in plaats van metalen tandwielen of het gebruik van kunststof tandwielen leidt tot minder lawaai. Ook het toerental kun je veranderen, waardoor er minder geluid geproduceerd wordt. Dat effect ken je wel van de auto, die bij sommige toerentallen meer geluid produceert dan bij andere.

Machines die trillingen veroorzaken kunnen op trilling isolatoren van rubber of kunststof geplaatst worden. De vloer fungeert daardoor niet meer als klankbord. Dit geeft vooral een reductie van hoge tonen.

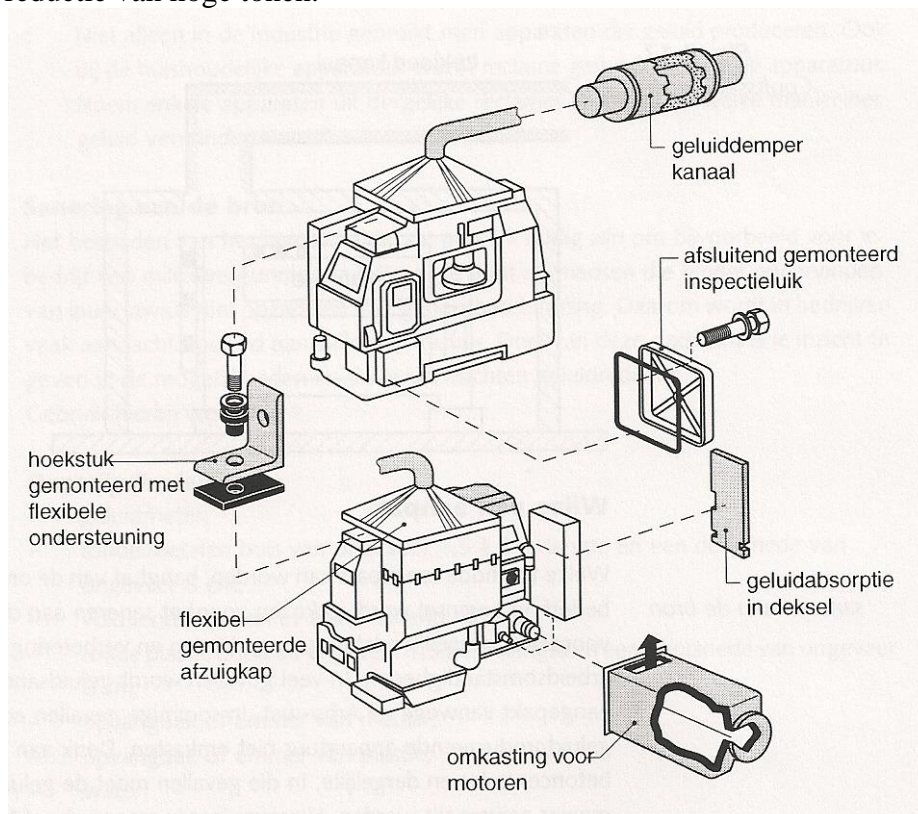


Fig. 1.9 Saneringsmogelijkheden op apparatuur.

Apparatuur kun je ook in zijn geheel omkassen. Hierbij wordt het gehele apparaat ingepakt met absorberende materiaal. Bij het omkassen of ommantelen worden vooral de hoge tonen tegengehouden. Het totale effect is afhankelijk van de uitvoering van de omhulling. Het materiaal van de omkasting moet zo stug mogelijk zijn om trillingen te voorkomen (anders wordt het een klankkast, zoals bij voorbeeld bij een gitaar). Het effect kan nog aanzienlijk verbeterd worden door de toepassing van geluidsabsorberend materiaal aan de binnenkant.

Openingen en kieren in de omkasting doen het grootste gedeelte van het effect teniet. Vaak zijn openingen niet te vermijden, omdat er lucht moet ontwijken, of warmte moet worden afgevoerd. Door zo'n afvoerkanal zal ook altijd geluid ontsnappen. Wel kan het geluid gereduceerd worden door het een omweg te laten maken (bochten). Zo kunnen bochten in leidingen een geluidsreductie tot 3 dB(A) per haakse coulissedemper bocht geven. Dit wordt

toegepast in de coulissedemper. Als dan ook nog absorberend materiaal in kanalen en bochten wordt aangebracht, is het effect soms dubbel zo groot.

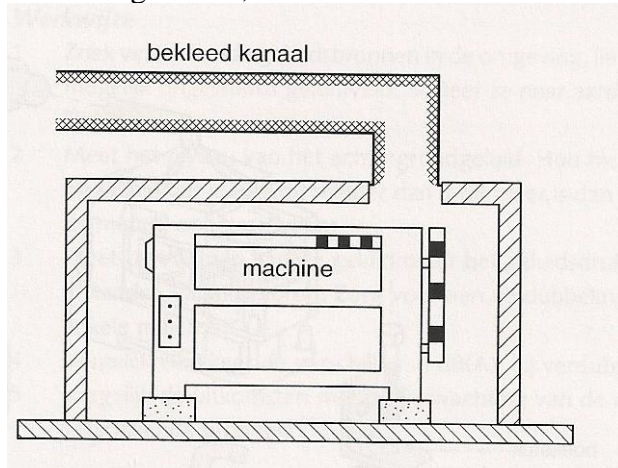


Fig. 1.10 Coulissedemper.

Wijze van aanpak

Welke methode toegepast kan worden, hangt af van de omstandigheden binnen het saneren aan de bron bedrijf. In beginsel wordt gekozen voor het saneren aan de bron. Dit heeft twee voordelen, namelijk relatief geringe kosten en verbetering van de arbeidsomstandigheden. In veel gevallen wordt geluidssanering in een bedrijf aangepakt vanwege de Arbowet. In sommige gevallen echter kun je geluid producerende apparatuur niet omkassen. Denk aan grote installaties als betoncentrales en dergelijke. In die gevallen moet de geluidsoverlast op een andere manier aangepakt worden.

Bij een nieuw te bouwen bedrijfspand is de geluidsoverlast goed te saneren indien dit in een vroeg stadium aangepakt wordt. Vaak wordt naar aanleiding van de milieuvergunning onderzocht waar de knelpunten liggen. Dit gaat vaak om productieapparatuur, ventilatoren, maar ook aan- en afrijdende vrachtauto's. Bij de bouw kan dan rekening worden gehouden met de geluidseisen die de gemeente bijvoorbeeld stelt.

Kosten

Geluidsoverlast verminderen kost geld. Hoeveel geld hangt van veel factoren af, maar vaak zijn de meeste resultaten te behalen met relatief lage bedragen. Zo zijn moderne vrachtauto's tegenwoordig standaard al stiller dan de oudere types. De oudere vrachtauto's zijn ook stiller te maken door bijvoorbeeld de motor en een aantal overbrengingen te omkassen (dB-set). Dit kost enige duizenden euro's.

Een onderzoek naar de geluidsbelasting van een gemiddeld bedrijf kost ongeveer € 1.500. De maatregelen zelf variëren nogal in prijzen. Een ventilator is voor € 1.000 van een suskast voorzien. Voor betrekkelijk geringe kosten zijn de grootste problemen dus aan te pakken.

Vragen 1.3

a 'Door openingen en kieren in een omkasting wordt het grootste deel van het geluidwerend effect tenietgedaan.' Geef aan waarom dit zo is.

b Deze paragraaf gaat over het verminderen van industriellawaai dicht bij de bron. Noem twee redenen waarom dat voor een bedrijf noodzakelijk kan zijn.

1.4 Afsluiting

In veel gevallen is sanering aan de bron niet alleen de eerste, maar meteen ook de beste methode om aan geluidssanering te doen.

Je kunt verschillende bronnen onderscheiden:

- puntbronnen (bijvoorbeeld één auto);
- lijnbronnen (een leiding bijvoorbeeld);
- samengestelde lijnbronnen (trein of drukke snelweg).

In een bedrijf heeft sanering aan de bron meer voordelen, niet alleen de overlast voor de omgeving wordt verminderd, de arbeidsomstandigheden verbeteren tegelijk. Apparatuur kan op verschillende manieren stiller gemaakt worden, zoals door ontdreunen, omkassen of trillingsdempers. Bij het aanschaffen van nieuwe apparatuur vallen de kosten van stille apparatuur mee (enkele procenten). Bij bestaande situaties hangen de kosten af van het gewenste resultaat en de huidige situatie. De ergste overlast kun je vaak al tegen geringe kosten verhelpen.

2. Geluidssanering tijdens de overdracht van geluid

Oriëntatie

Als het komende zomer weer eens mooi weer is, ga je misschien wel naar het strand. Wellicht neem je zelf een radio mee, anders is er wel een ander die een beetje sfeer meebrengt. Mensen die niet van de gedraaide soort muziek houden, of in het geheel geen lawaai willen horen, zouden zich aan zo'n radio kunnen ergeren. Daarvoor kunnen zij meerdere oplossingen kiezen: ze kunnen de eigenaar van de radio vriendelijk vragen de volumeknop drastisch dicht te draaien (dit is sanering aan de bron, maar meestal helpt een dergelijk verzoek niet veel), ze kunnen weggaan, en volgens de geluidstheorie kunnen ze ook een geluidsscherm opstellen. Over de laatste mogelijkheid gaat dit hoofdstuk. Als je de geluidsbron niet aan kan pakken, moet de geluidsoverlast tijdens de overdracht gesaneerd worden. Dit kan door afstand te nemen of door het geluid te blokkeren.

2.1 Voortplanting van geluid buiten

Voor je kunt leren hoe geluid gesaneerd kan worden tijdens de overdracht, moet je weten hoe geluid wordt overgedragen. Die overdracht noemen we doorgaans voortplanting van geluid. De manier waarop geluid zich voortplant, is verschillend voor binnen en buiten. Bij lessen buiten moet je docent veel harder schreeuwen dan bij lessen in een lokaal.

Geluidsvelden buiten

Als je 's morgens wakker wordt en luistert naar de buitengeluiden, kun je vaak al horen welk weer het is. Als het mistig is, klinkt dat anders dan wanneer het helder is, en wanneer er sneeuw ligt, is het vaak heel stil buiten. De voortplanting van geluid in de atmosfeer hangt onder andere van de weersomstandigheden af, maar ook andere factoren spelen een rol. Hoe het geluid zich gedraagt hangt ook af van de afstand vanaf de geluidsbron. Daarbij bedoelen we niet alleen dat het geluidsniveau afneemt bij toenemende afstand, maar ook dat de mate waarin het geluid afneemt nog weer verschillend is bij verschillende afstanden.

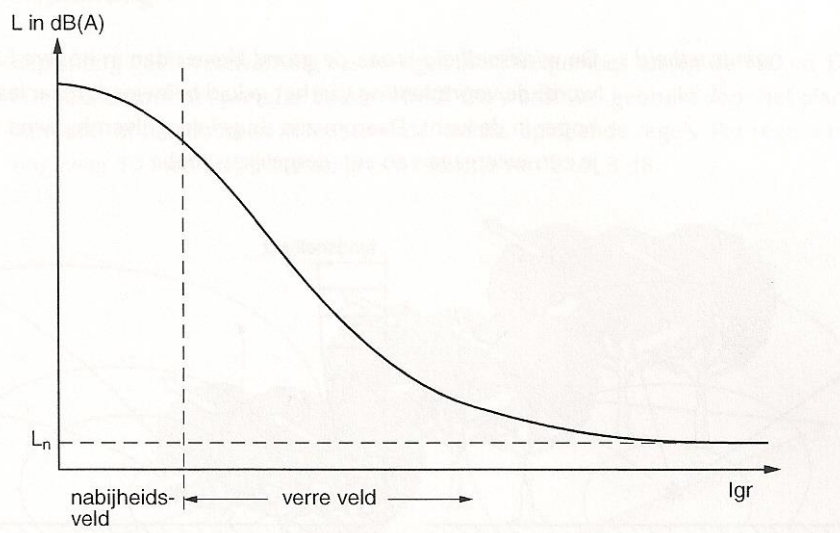


Fig. 2.1 Verschillende geluidsvelden.

Zo is het nabije veld (of nabijheidsgebied) op geringe afstand gelegen, en kenmerkt zich veelal door het optreden van reflecties en interferenties. In het nabije veld staat in ieder geval de geluidsbron, maar vaak zijn er ook gebouwen en dergelijke aanwezig. Daarnaast zien we het

verre veld (of vrije veld), verder gelegen vanaf de bron. Doordat het verre veld vaak niet gevuld is met gebouwen of andere obstakels, en de geluidsgolven steeds meer volgens rechte lijnen verlopen, zien we veelal een ideaal gedrag van geluid in het verre veld.

Om de geluidvoortplanting in de atmosfeer goed te kunnen voorspellen moeten we rekening houden met een aantal factoren. In de volgende alinea's komen achtereenvolgens aan bod:

- afstandsverzwakking;
- luchtabsorptie;
- wind;
- temperatuur;
- bodem;
- beplanting.

Bij verdubbeling van de afstand neemt het geluidsniveau af met 6 dB (in geval van een puntbron) en met 3 dB (bij een lijnbron). Dit verschijnsel noemen we afstandsverzwakking. Het geluid wordt uitgesmeerd over een groter oppervlak, zodat de energie op elke plek minder wordt. Gooi maar eens een steen in het water. Ook de golven in het water zullen door hetzelfde effect steeds minder hoog worden.

Luchtabsorptie

Bij voortplanting van geluid door de atmosfeer wordt de geluidsenergie in warmte omgezet door de dempende werking van luchtmoleculen. Deze luchtabsorptie hangt sterk af van de frequentie van het geluid en de relatieve luchtvochtigheid. Bij een temperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 50% en geluid van 500 Hz is de verzwakking 0,28 dB, als gewoonlijk uitgedrukt per 100 meter. Is de frequentie 4000 Hz in plaats van 500, dan is de verzwakking 2,8 dB. Hoge tonen worden dus veel beter gedempt. Van dit effect ken je vast wel het voorbeeld van de helikopter, die hoog overvliegt. Vaak zijn alleen de lage tonen hoorbaar. Het gegier van een turbinemotor van een vliegtuig, met frequenties boven 1000 Hz, is bij een vlieghoogte boven 2000 meter niet meer hoorbaar.

De wind

windsnelheid De windsnelheid is aan de grond kleiner dan in hogere luchtlagen. Door de wind wordt de voortplanting van het geluid beïnvloed, maar laag bij de grond minder dan hoger in de lucht. Daarom zijn de geluidsgolven bij wind gekromd. In figuur 2.2 zie je een weergave van een dergelijke situatie.

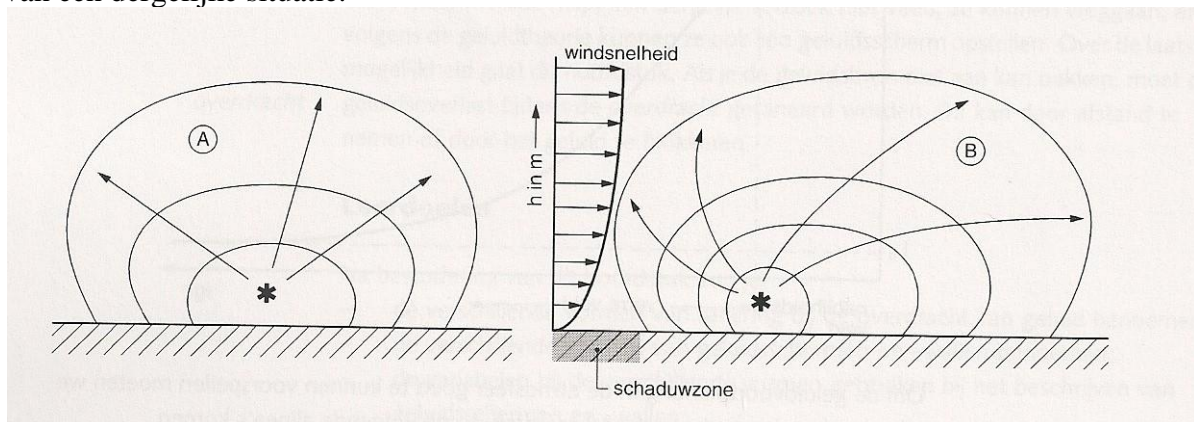


Fig. 2.2 Geluidschaduw door windinvloed.

De temperatuur

Normaal gesproken neemt de luchttemperatuur af naarmate je hoger komt. Aangezien bij afnemende temperatuur de geluidssnelheid ook afneemt, buigen onder normale weersomstandigheden geluidsstralen enigszins af naar boven. Soms (vaak 's nachts) echter neemt de temperatuur toe naarmate je hoger komt (bodeminversie). Je kunt dit herkennen aan smogvorming, die dan ook vaak plaatsvindt. In dat geval worden de geluidsstralen afgebogen naar beneden. Deze omstandigheden veroorzaken daardoor een verschijnsel, waarbij geluid op grotere afstand soms extra luid waar te nemen is.

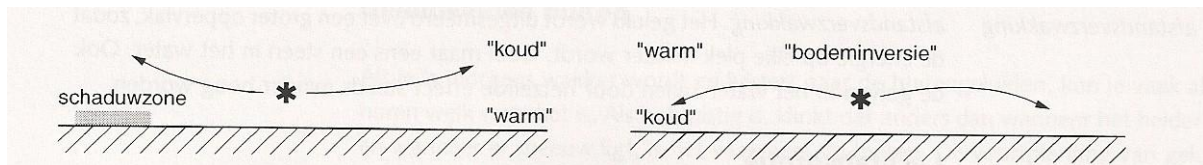


Fig. 2.3 Afbuiging van geluid door temperatuurinvloed.

De bodem

De bodem kan de geluidsoverdracht beïnvloeden door reflectie, verstrooiing en absorptie. Als de bodem hard en glad is, zoals bij asfalt, beton en water, wordt het geluid vooral gereflecteerd. De golven kaatsen vrijwel volledig terug. Daarentegen absorberen poreuze bodems, zoals gras of struiken wel de geluidsgolven. Door de oneffenheden in het oppervlak worden de geluidsgolven gedempt en verstrooid. Verstrooiing wil zeggen dat de geluidsgolven op onregelmatige wijze worden teruggekaatst.

Beplanting

Bomen en struiken leveren over het algemeen weinig verzwakking van het geluid. Bij frequenties tussen 100 Hz en 1000 Hz is de voornaamste bijdrage niet het schermeffect van de beplanting, maar het poreuze grondeffect. Bladeren hebben slechts invloed op geluiden boven 2000 Hz. Ook dan vindt niet zozeer een verzwakking als wel een frequentieverandering plaats. Zinnvolle geluidsvermindering wordt pas bereikt bij strikte rijbeplanting met afwisselen loof- en naaldhout en in hoogte oplopend van de bron af. Per rij kan men dan voor een diepte van 10 m een verzwakking van 2 à 3 dB verwachten.

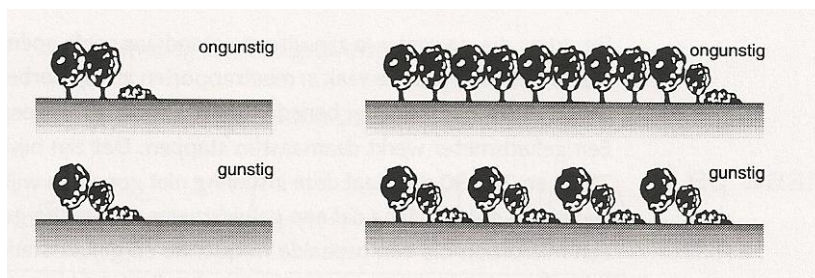


Fig. 3.4 Beplanting in regels.

Vragen 2.1

- Geef met eigen woorden weer wat bedoeld wordt met de schaduwzone van geluidsoverdracht onder invloed van de windsnelheid (figuur 3.2).
- Geluidverzwakking door beplanting werkt, zo staat in deze paragraaf te lezen. Bedenk zelf welke effecten een rol spelen bij deze maatregel.
- Tot welke vorm(en) van geluidsoverdracht komt:
- je stem;

- de radio bij de buren;
- de hydraulische hamer?

d. Een verkeersweg produceert op 100 m 80 dB geluid. Op welke afstand is deze sterkte afgenomen tot 71 dB?

2.2 Voortplanting van geluid binnen

Geluid binnen klinkt heel anders dan buiten. Op het eerste gehoor klinkt het geluid veel harder. Dit komt door de reflectie, die binnen veel meer optreedt dan buiten. Er ontstaat een galmveld met heel andere effecten dan in het vrije veld. Als geluid op bijvoorbeeld een muur botst, gebeuren er verschillende dingen: reflectie, absorptie en transmissie.

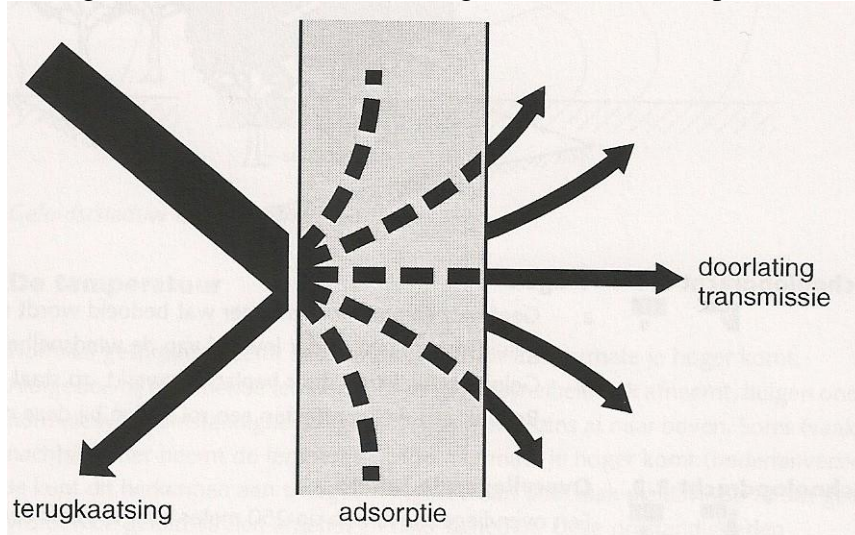


Fig. 2.5 Reflectie, absorptie en transmissie.

Reflectie

Wat met het geluid gebeurt, of het gereflecteerd, geabsorbeerd of doorgelaten wordt, hangt van twee factoren af: de wand en de frequentie van het geluid. Een oneffen wand absorbeert meer dan een gladde wand. En lage geluiden worden meer doorgelaten dan hoge. Door de reflecties ontstaat het zogenoemde nagalmen. Dit verschijnsel wordt steeds belangrijker gevonden. In een ruimte waarin het veel galmt, heersen veel hogere geluidsniveaus dan in ruimtes waar de geluiden geabsorbeerd worden. Zo maakt het een heel verschil of je in de badkamer staat te zingen of in de woonkamer.

De tijd dat het nagalmen duurt, duiden we aan met de nagalmtijd. Het is de maat voor het galmen en wordt uitgedrukt in seconden. Een kantoor bijvoorbeeld klinkt pas goed (niet hol) bij waarden van 0,7 tot 0,8 seconde. Eventueel kan stoffering met gordijnen, vloerbedekking, speciaal akoestisch spuitpleister op het plafond of op de wanden helpen. Een woonkamer heeft meestal een nagalmtijd van 0,5 seconden en klinkt daarom huiselijk, maar bij plavuizen loopt de nagalmtijd op tot wel 1,0 seconde. Daardoor klinkt het geluid hol en harder. De definitie van de nagalmtijd is af te lezen in figuur 2.6.

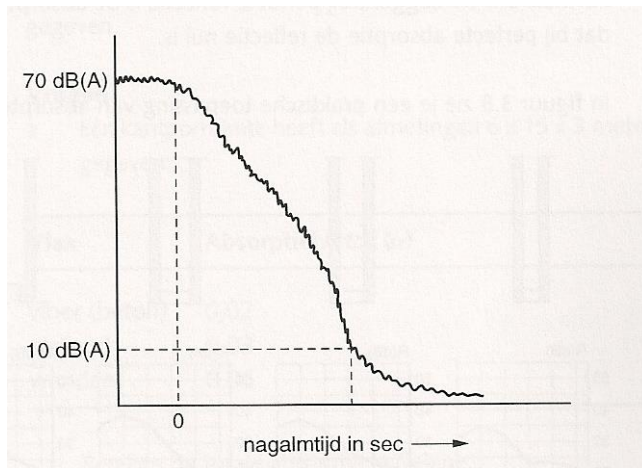


Fig. 2.6 Definitie van de nagalmtijd.

De nagalmtijd is dus de tijd die het duurt tot het niveau met 60 dB verminderd is. Vaak wordt voor de bepaling van de nagalmtijd ook een afname van het geluidsniveau van 20 dB(A) gemeten en dan wordt de tijd met drie vermenigvuldigd.

De reflectie van een wand wordt weergegeven met de reflectiefactor, r . Het is dat deel van de geluidsenergie (E_i) dat wordt gereflecteerd (E_r). In de volgende formule ziet dit er zo uit:

$$r = \frac{E_r}{E_i}$$

Absorptie

De absorptie van een wand wordt weergegeven met de absorptiefactor, a (alfa) genoemd. Alfa is dat deel van de geluidsenergie (E_i) dat wordt geabsorbeerd (E_a).

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

Tevens geldt:

$$\alpha = 1 - r$$

Deze formule wil zeggen: bij perfecte reflectie is de absorptie nul en omgekeerd geldt dat bij perfecte absorptie de reflectie nul is.

In figuur 2.7 zie je een praktische toepassing van absorptie.

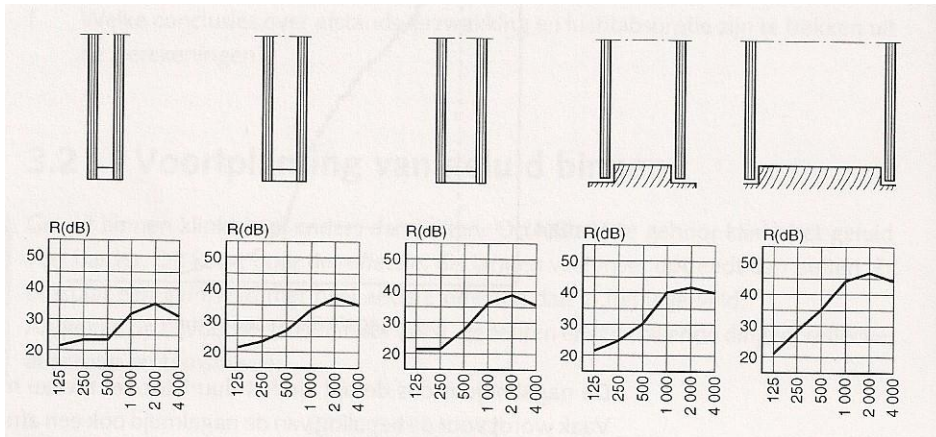


Fig. 2.7 Absorptie van dubbelglas bij verschillende frequenties. Je ziet dat de hoeveelheid absorptie afhangt van de hoeveelheid lucht tussen dubbelglas.

Sabine

In een ruimte kan de totale absorptie (A) worden bepaald aan de hand van de oppervlakten van de wanden vermenigvuldigd met de absorptiefactor. De eenheid van absorptie is Sabine. Een Sabine komt overeen met 1 m² perfect absorberend oppervlak. Men noemt 1 Sabine ook daarom ook wel 1 m² open raam. In een gesloten ruimte is de geluidsdruk niet afhankelijk van de afstand, zoals buiten het geval is, maar absorptie-afhankelijk.

De isolatie die een bepaalde wand geeft, kun je uitdrukken met de invallende geluidsintensiteit (I_i) en de doorgelaten geluidsintensiteit (I_d).

Vragen 2.2

a Een kantoorruimte heeft als afmetingen 6 x 15 x 3 meter. Verder is het volgende gegeven:

Vlak	Absorptiefactor a
Vloer (beton)	0,02
Plafond	0,03
Wanden	0,06

Fig. 2.8 Absorptie per vlak.

Bereken de totale absorptie in Sabine.

b In de ruimte van opgave a wordt het plafond van absorberend materiaal voorzien met $a = 0,7$. Bereken opnieuw de totale absorptie.

2.3 Geluidsschermen en -wallen

Je ziet ze steeds vaker langs de snelweg: lange schermen, met begroeiing of met abstracte tekeningen. Het zal je niet verbazen dat de geluidsschermen vooral in de stedelijke gebieden voorkomen en veel minder in het buitengebied. In deze paragraaf gaan we nader in op geluidsschermen en -wallen. We beperken ons tot verkeerslawaai, omdat bij deze categorie vaak schermen en wallen gebruikt worden.

In het geval van verkeersgeluid (zowel wegverkeer als railverkeer) worden vaak schermen toegepast. Vooral daar waar het onvermijdelijk is dichtbij een dergelijke woningen bron woningen te plaatsen of in bestaande situaties, worden allerlei soorten schermen en wallen gebruikt.

Voorwaarden

Een geluidsscherm moet voldoen aan de volgende voorwaarden.

- Het geluidsscherm moet van slecht doorlatend materiaal gemaakt zijn. Het transmissieverlies mag minimaal 15 dB(A) zijn. Een halfsteens muur voldoet al aan deze eis.
- De gehele wand en de aansluiting aan de bodem moet luchtdicht worden uitgevoerd.
- Het scherm moet een hoogte en lengte hebben die afgestemd is op het af te schermen object.

Op afstanden van meer dan 50 meter achter het scherm kan de reductie minder worden door de invloed van het weer.

De volgende variabelen zijn van invloed op de reducerende werking van een scherm:

- de effectieve hoogte van het scherm;
- de afstand van het scherm tot de weg;
- de hoogte van de waarnemer, dat wil zeggen waar de geluidsbelasting optreedt, een woning of iets dergelijks;
- de afstand van de waarnemer tot de weg.

Samengevat wordt de reducerende werking van een scherm bepaald door de hoek tussen de lijnen van bron naar bovenkant scherm en van waarnemer naar bovenkant scherm (zie figuur 2.9).

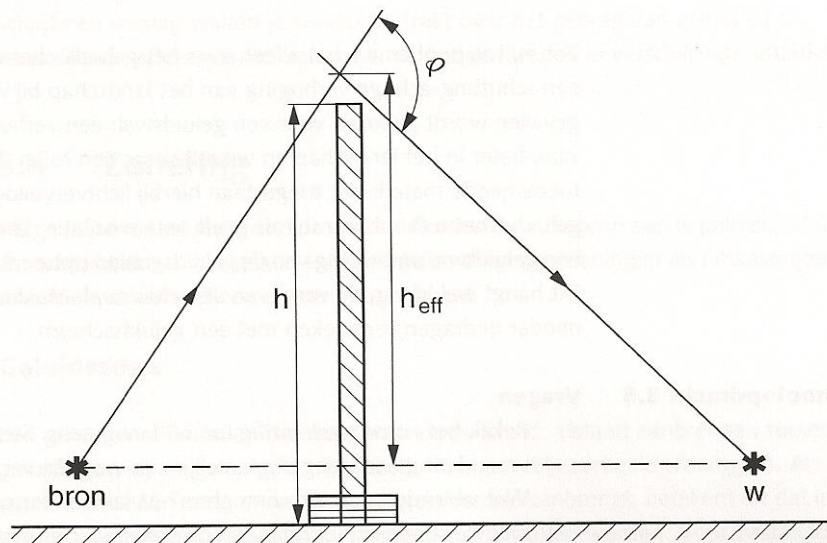


Fig. 2.9 Geluidsscherm.

Geluidsreductie

De afscherming is voor geluid met hoge frequentie beter dan voor geluid met lage frequentie, omdat langgolvig geluid (lage tonen) meer over en om het scherm buigt dan kortgolvig geluid (hoge tonen). Achter een scherm is vaak maar een diepe bromtoon te horen van het verkeersgeluid.

We noemen een figuur, waarin gebieden met gelijke geluidsreductie zijn getekend, een nomogram. Zie ook figuur 2.10. Voor elke verschillende situatie moet een dergelijk nomogram getekend worden. In deze figuur is als voorbeeld het nomogram gegeven van een weg met 2 rijbanen, een scherm van 1,5 meter hoogte op 10 meter afstand.

Een hoger scherm zal ook een betere reductie bereiken. Een scherm van 2 à 3 meter zal bijvoorbeeld wel een reductie kunnen bereiken van 15 dB(A). Vlak achter het scherm zal de

demping zelfs 20 dB(A) kunnen bedragen, onder voorwaarde dat het scherm voldoende massa bezit.

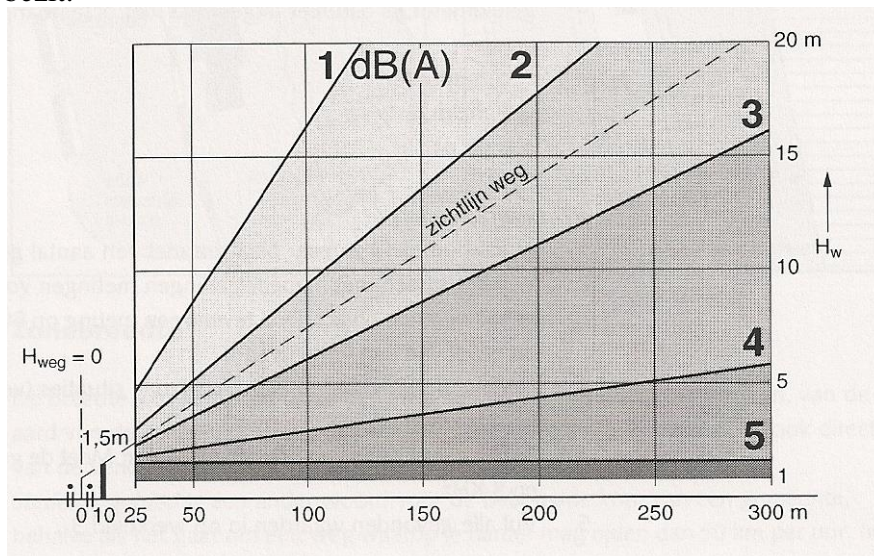


Fig. 2.10 Nomogram.

Geluidswallen

Tot nu toe hebben we het alleen over het geluidsscherm gehad. Je moet je daarbij een schuttingachtige verhoging van het landschap bij voorstellen. In sommige gevallen wordt gekozen voor een geluidswal: een verhoging van aarde. Deze past vaak beter in het landschap en vervult soms een rol in de recreatieve sfeer. In toenemende mate is het toegestaan hierbij lichtvervuilde grond te gebruiken. Een geluidsscherm (hout, kunststof) geeft betere isolatie dan een geluidswal, doordat bij een geluidswal ombuiging van de geluidsgolven optreedt om de top van de wal heen. Dit hangt wel af van de vorm van de geluidswal. Maximaal kan de reductie 2 dB(A) minder bedragen vergeleken met een geluidsscherm.

Vragen 2.3

a Bekijk het nomogram uit figuur 2.10 nog eens. Stel dat we daarin een verandering aanbrengen, namelijk een weg die verzonken ligt (1 meter diep). Wat verandert aan dit nomogram? Maak een kopie van de figuur en trek een nieuwe stippellijn (zichtlijn) en omschrijf wat er met de dB-lijnen gebeurt.

b Maak een schematische tekening van een geluidsscherm. Geef in de tekening de variabelen aan die van invloed zijn op de werking van het scherm.

2.4 Zonering

Als geluidsoverlast niet voorkomen kan worden door de bron aan te pakken, of door de overdracht van het geluid te verhinderen door voorzieningen als omkastingen of schermen, is afstand nemen een mogelijkheid.

Geluidszone

Een geluidszone instellen betekent voor de overheid: afstand aanbrengen tussen de geluidsbron en de geluidsgevoelige bestemmingen (bijvoorbeeld woningen). Als een gemeente of een andere overheid een geluidszone aanbrengt, betekent dit dat in dit gebied niet zomaar nieuwe woningen gebouwd mogen worden. Voor bestaande woningen in een nieuwe

zone moet een akoestisch onderzoek gehouden worden. Daarna kunnen in bepaalde gevallen andere (minder strenge) regels aangehouden worden.

Een geluidszone is een gebied rond een bedrijventerrein of langs een weg, waarbinnen de geluidsdruk te hoog is. Men houdt als grenswaarde in het algemeen aan 50 dB(A) voor overdag en 40 dB(A) voor 's nachts. Om een hogere streefwaarde voor een woning te mogen gebruiken is toestemming van de provincie nodig. Bij het toepassen van een hogere streefwaarde wordt in ieder geval de grens van 35 dB(A) voor het geluidsniveau binnen aangehouden.

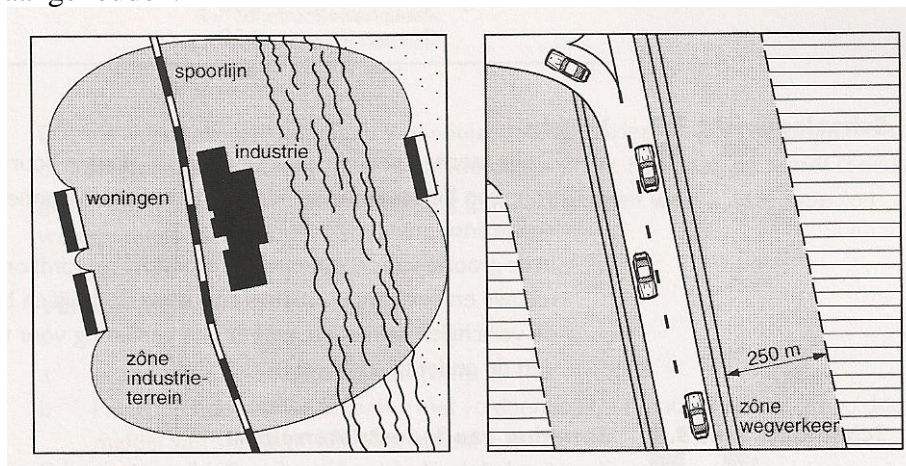


Fig. 2.11 Zones rond een bedrijventerrein en een weg.

Vragen 2.4

a Oude mensen hebben vaak een minder goed gehoor dan jonge mensen. Zou je voor een bejaardenhuis andere streefwaarden kunnen hanteren dan voor eengezinswoningen?
b Zonering betekent afstand houden. Binnen een bepaalde afstand moeten we rekening houden met geluidsoverlast, bijvoorbeeld als we iets willen gaan bouwen. Men heeft hierop iets gevonden dat we omschrijven met het begrip “dove gevel”. Zoek eens op wat je hieronder moet verstaan.

2.5 Afsluiting

Als de geluidsbron, die voor lawaaioverlast zorgt, niet zelf gesaneerd kan worden, is het mogelijk in de overdracht richting geluidsgevoelige bestemmingen maatregelen te nemen. Daarbij moet je rekening houden met de eigenschappen van geluid, vooral in de voortplanting ervan.

Geluid in de buitenlucht wordt beïnvloed door de afstand, absorptie door de lucht, afbuiging door wind en weer, door de bodem en beplanting. Voortplanting van geluid binnen wordt vooral beïnvloed door reflectie en absorptie aan de wanden.

Bij verkeerslawaaai worden schermen of wallen gebruikt om het geluid te verminderen. Vooral de hoogte en de afstand tot de as van de weg zijn van belang voor de werking van zo'n scherm. Zowel bij industrielawaai als bij verkeerslawaaai wordt ook wel zonering toegepast, waardoor het geluid bij woningen en dergelijke verminderd is. Binnen een zone mogen geen woningen gebouwd worden, tenzij je kunt aantonen dat de grenswaarde niet wordt overschreden.

3. Geluidssanering dicht bij de waarnemer

Oriëntatie

Stel je woont in Zwanenburg, vlak langs de A9, boven een café. Aan de overkant van de snelweg is een bedrijventerrein. Van welke geluidsbronnen heb je dan last? En welke bron moet aangepakt worden om de geluidsoverlast binnen de woning binnen de perken te houden? Tot nu toe hebben we geluidssanering bekeken vanuit de indeling: van bron naar waarnemer. Als laatste op dit pad behandelen we in dit hoofdstuk de woningisolatie, dus sanering dicht bij de waarnemer.

3.1 Woningisolatie

Op zolder hoor je vaak meer van de burens dan op de benedenverdieping. Een flat is gehoriger dan een eengezinswoning. Deze voorbeelden tonen aan dat in woningen verschillende geluidsniveaus bereikt kunnen worden afhankelijk van de constructie van de woningen. Deze constructies gaan we in deze paragraaf bekijken.

Toepassing

In sommige gevallen is vermindering van de geluidhinder in een woning alleen te realiseren door het isoleren van de woning zelf. Dit is nooit de oplossing waarmee begonnen wordt, maar een uiterst middel. Er zijn nadelen op het gebied van de kosten (elke woning in de nabijheid isoleren is duurder dan één bron isoleren) maar ook op het gebied van de kwaliteit van het wonen. Dubbel glas betekent nu eenmaal dat het raam niet open mag. Ook de geluidhinder in de tuin is niet te verminderen met het isoleren van de gevel. Ook in gevallen waarbij wel aan sanering aan de bron of aan zonerings wordt gedaan, gaat men uit van de isolerende waarde van woning zelf.

Principes

Bij het isoleren van woningen wordt gebruik gemaakt van twee principes, namelijk massa en ontkoppelen. Wat wil dat zeggen? Met het begrip ‘massa’ bedoelen we het effect van het zwaarder maken van een muur of vloer. De massa van de constructie absorbeert het geluid. Met ‘ontkoppelen’ bedoelen we dat verbindingen tussen constructies (verbindingen tussen huizen bijvoorbeeld) nogal eens geluid doorgeven (flankerende geluidsoverdracht). Als de verbindingen ontkoppeld worden, wordt het geluid minder goed doorgegeven.

Wanden

De wanden van een gebouw hebben een isolerende waarde. Hoeveel geluid wordt tegengehouden hangt af van gebruikte materialen en bouwkundige constructies. Zo heeft dubbel glas meer isolerend vermogen dan enkel glas en een spouwmuur meer dan een enkele muur. De isolerende waarde hangt ook nog af van de frequentie van het geluid. Vaak hoor je alleen de bastonen van de stereo van je buurman, terwijl de hoge tonen veel beter worden tegengehouden.

Ramen

Enkel glas heeft van zichzelf al een isolerende waarde. Hoe dikker het glas, hoe meer geluid wordt tegengehouden, vooral bij de lage tonen. De isolatiewaarde van dubbel glas neemt toe met de spouwbreedte. Dit is vooral voor hoge tonen het geval. Ongelijke glasdikten bij dubbele beglazing zijn gunstig voor isolatie voor de hoge frequenties. In figuur 4.1 zie je dat een blinde muur veel meer dBs tegenhoudt dan dezelfde muur met een klein raam. Het raam

fungeert als een geluidlek. Hoe groter het raam, des te groter het lek. Hieruit blijkt het belang van het isoleren van de ramen.

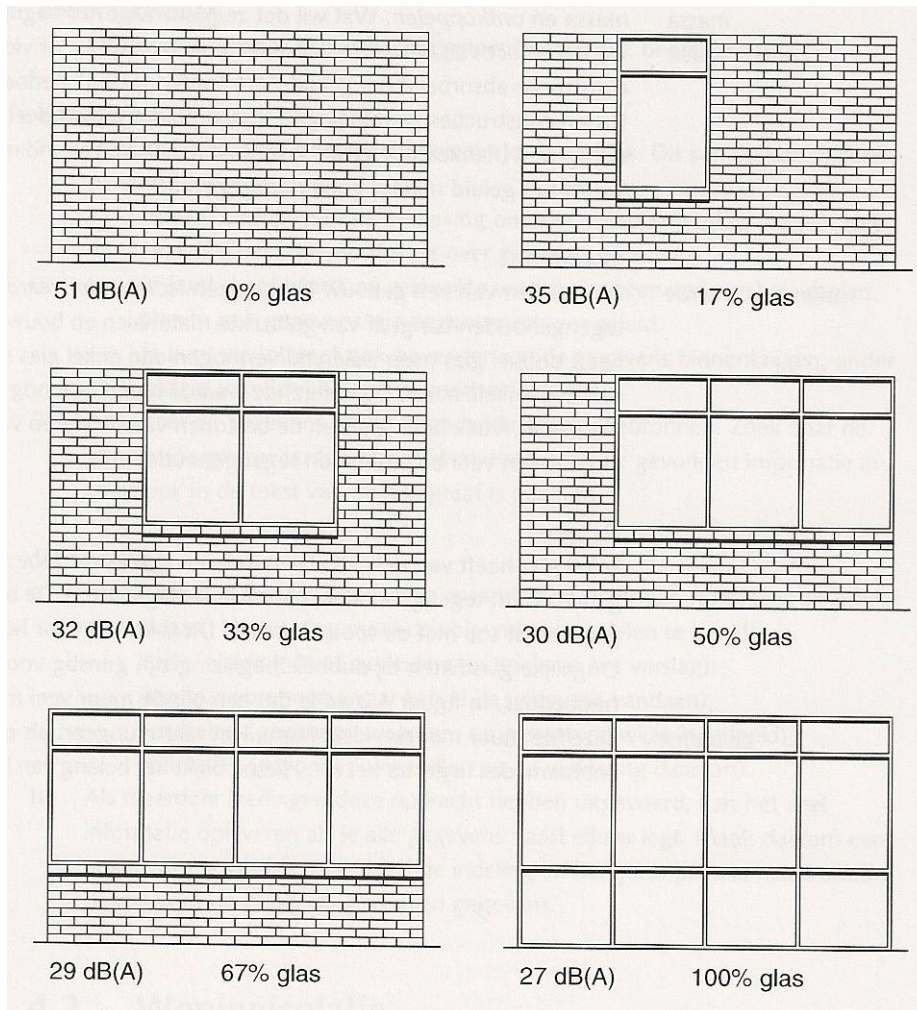
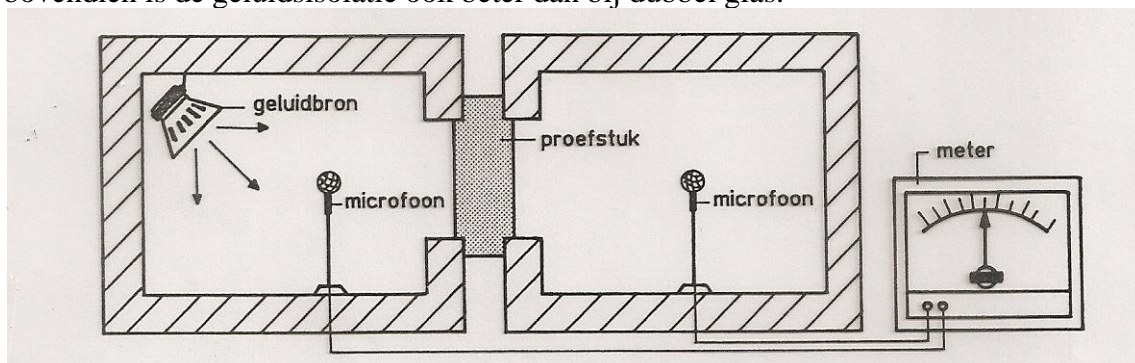


Fig. 3.1 Isolerende waarde van ramen.

Dubbel glas kan worden toegepast om de overdracht van het geluid door het raam te verminderen. Bij aanpassing van een bestaande situatie (bijvoorbeeld een café in voorzetraam een bestaand al ouder pand) kun je ook kiezen voor een voorzetraam. Dat is vaak goedkoper, bovendien is de geluidsisolatie ook beter dan bij dubbel glas.



Figuur 3.2 Opstelling voor het meten van geluidsisolatie van een te onderzoeken proefstuk

Geluidsverzwakkingsindex

Hoe meer massa de muur bevat, hoe hoger de isolerende waarde. Lichtgewicht constructies hebben alleen een goede geluidsisolatie als zij uit verschillende onderdelen zijn opgebouwd. Dit blijkt vooral voor borstweringen en dakconstructies. Kierdichting en spouwvulling met geluidsabsorberend materiaal (bijvoorbeeld glaswol) is vooral effectief voor de geluidsisolatie van hogere frequenties. De isolerende waarde druk je uit in de vorm van de geluidsverzwakkingsindex (R). In figuur 4.3 staat deze index van verschillende materialen.

Materiaal/ omschrijving	Dikte (mm)	Massa per oppervlak (kg/m ²)	Isolerende waarde (R) per octaafband					
			125	250	500	1000	2000	4000
<i>Hout:</i>								
H1 triplex, board	4	3,5	3	9	12	18	26	29
H2 spaanplaat, multiplex, meubelplaat	ca. 15	12	15	20	24	27	25	29
H3 duims vurenhout	25	16	17	23	28	25	30	36
<i>Steenachtige materialen:</i>								
S1 drijfsteen 0,5 steens, 2-zijdige stuc	110	110	28	32	33	36	45	50
S2 drijfsteen 1/1 steens, 2-zijdige stuc	200	210	32	34	37	45	52	57
S3 kalkzandsteen, boerengrauw, 0,5 steens	120	240	34	38	40	47	55	60
S4 als S3, 1/1 steens, 2-zijdige stuc	220	420	34	38	40	47	55	>60
S5 betonstenen, licht poreus, ongestuct	100	180	25	27	25	26	30	40
S6 als S5, gestuct	120	220	32	36	38	47	54	60
<i>Beton:</i>								
B1 grintbeton, massief 8 cm	80	180	30	33	35	45	52	60
B2 grintbeton, massief 15 cm	150	350	33	37	45	54	60	>60
B3 gasbeton, massief 9 cm	90	75	25	30	32	30	37	45
B4 gasbeton, massief 15 cm	150	120	30	30	32	37	45	50
<i>Glas:</i>								
G1 4 mm	4	10	19	23	26	30	32	28
G2 8 mm	8	20	23	26	30	32	28	38
G3 6 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	24	30	23	20	31	36	31	37
G4 4 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	22	25	22	21	29	37	37	37
G5 6 mm glas, 75 mm spouw, 6 mm glas	87	30	26	33	41	46	41	47
G6 4 mm glas, 50 mm spouw, 8 mm glas	62	30	20	30	38	43	43	44
<i>diversen:</i>								
D1 asbestcement, vlak	6	10	19	25	31	36	39	-
D2 asbestcement, gegolfd	6,5	14	23	27	26	27	31	-
D3 polyester dakplaten, gegolfd, licht doorlatend	3	(3)	(4)	(5)	(8)	(11)	-	-
D4 kunststof vlak	4,5	5	9	15	21	27	33	39
D5 opening ($d > 1/2\lambda$)	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 3.3 Isolerende waarde van verschillende materialen.

Vragen 3.1

a Woningen isoleren is één van de saneringsmogelijkheden bij geluidsoverlast, maar men past liever sanering aan de bron of in de overdracht toe. Geef een aantal situaties waarin je niet ontkomt aan woningisolatie.

b Noem de verschillende eigenschappen van een gevel die van belang zijn voor de isolerende waarde.

c In figuur 3.3 wordt de isolerende waarde van ramen gegeven in dB's. Zet de dB's in een grafiek uit tegen het percentage glas. Wat is je conclusie over de invloed van het oppervlakte glas op de geluidsisolatie?

d In figuur 3.3 worden veel waarden gegeven voor de geluidverzwakkingsindex. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende materialen, tussen verschillende massa's en tussen verschillende frequenties. Formuleer in eigen woorden je conclusies over deze drie verschillende invloeden en geef bij elk een voorbeeld dat je conclusie onderstreept.

e Bestudeer figuur 2.7 nogmaals. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende toonhoogtes. Wat is je conclusie over de invloed van de frequentie; dringen hoge geluiden beter door kieren of juist de lage tonen?

3.2 Afsluiting

Er zijn verschillende grenswaarden in gebruik, die bepalen of het geluidsniveau aanvaardbaar is. Voor woningen geldt in het algemeen 50 dB(A) als grenswaarde aan de gevel, of 35 dB(A) binnen. Dit geldt zowel voor industriële bronnen als voor wegverkeer. Voor railverkeer houdt men 60 dB(A) als grenswaarde aan. Bij vliegverkeer wordt de geluidsbelasting uitgedrukt in Kosteneenheden.

Woningen kunnen via twee principes geïsoleerd worden: via massa en ontkoppeling. Met massa bedoelen we dat door bijvoorbeeld een wand dikker te maken de geluidsisolatie toeneemt. Door ontkoppelen voorkomen we dat flankerende geluidsoverdracht ontstaat. Als een muur veel kieren bevat, zal veel geluid via deze kieren doorgegeven worden (geluidlek).

4. Geluidssanering in de praktijk

Oriëntatie

En nu gaan we aan de slag. Je weet inmiddels veel over overdracht van geluid, over absorptie en reflectie, over puntbronnen en ongestoorde velden. Maar nu gaan we daarmee aan het werk in de praktijk. Dan komen we de verschillende oorzaken tegen: verkeer, industrie en horeca. De industrie is daarbij in de voorgaande hoofdstukken aan de orde geweest (sanering aan de bron en zonering). In dit hoofdstuk gaan we het hebben over verkeer en horeca. Oftewel: we gaan met de auto naar het café.

4.1 Verkeer

Als een woning te veel overlast heeft van het verkeersgeluid, dat wil zeggen dat aan de gevel de geluidsbelasting door het verkeer te hoog is, moeten geluid reducerende maatregelen getroffen worden. Hier bespreken we een aantal maatregelen, die we onderscheiden naar weg-, rail-, en vliegverkeer.

Wegverkeer

Het aantal auto's in Nederland stijgt nog steeds, ondanks allerlei maatregelen van de overheid. Daardoor stijgt niet alleen de luchtvervuiling, maar ook de geluidsoverlast door het wegverkeer. Veel maatregelen die deze overlast moeten beperken, worden daardoor gedeeltelijke tenietgedaan. Toch zijn deze maatregelen niet voor niets.

Maatregelen aan de bron

Er zijn verschillende manieren om het geluid te verminderen. We bespreken de volgende methoden:

- vermindering van de verkeersintensiteit;
- verandering van wegdek.

Door de totale intensiteit van het verkeer te verminderen wordt heel direct de geluidsbelasting verminderd. Elke halvering van de verkeersintensiteit veroorzaakt een niveaudaling van 3 dB(A). Niet alleen door verlaging van de verkeersintensiteit, maar ook door het wijzigen van de verkeerssamenstelling kun je een niveaudaling krijgen. Het aandeel vrachtwagens verminderen zal zeer effectief blijken. Met name bij stadswegen (50 km/u) zijn dergelijke maatregelen effectief. Het effect is geringer naarmate de snelheid hoger is. Ook door maatregelen die de rijnsnelheid beperken is een niveaureductie mogelijk. In veel dorpen worden rondwegen aangelegd, die de verkeersdruk in de kern verminderen. Al deze maatregelen moeten een plaats krijgen in een verkeersplan, dat per provincie en per gemeente wordt opgesteld.

Ook het vervangen van beton, klinkers of grof asfalt door fijn asfalt of beton zal de productie van geluid verminderen met 1 - 5 dB(A). De laatste jaren wordt een groot aantal vierkante kilometers asfalt vervangen door het zogenoemde ZOAB (zeer open asfalt beton), dat minder bandengeluid produceert.

Maatregelen in de overdracht

Om het geluidsniveau aan de gevel van woningen of andere geluidsgevoelige bestemmingen te verminderen wordt vaak gebruikgemaakt van geluidsschermen of -wallen.

Railverkeer

Treinen horen uiteraard bij het railverkeer, maar verder horen daar ook de tram en de metro bij. Gemeenschappelijk is het gebruik van rails, dat voor specifieke geluidsproductie zorgt. Als de voortstuwing ook nog elektrisch plaatsvindt, wat voor relatief weinig lawaai zorgt, is duidelijk waarom dit een aparte categorie van geluidssanering betreft.

Besluit geluidhinder spoorwegen

De regels om het spoorweglawaai te bepalen zijn vastgelegd in het Besluit geluidhinder spoorwegen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande en nieuwe situaties. Nieuwe situaties zijn gevallen waarbij nieuwe spoorlijnen worden aangelegd. Een andere mogelijkheid is het aanpassen van bestaande lijnen of gevallen waarbij nieuwe woningen gebouwd worden langs een bestaande spoorlijn. Voor bestaande situaties met een te hoge geluidsbelasting geldt het Bijdragenbesluit openbare lichamen Wet Milieubeheer en de Regeling sanering verkeerslawaai. Op grond hiervan kunnen de kosten van de saneringsmaatregelen worden gefinancierd.

Maatregelen aan de bron

Bij reductie van geluidsniveaus bij railvoertuigen kijken we in eerste instantie naar de spoorconstructie. Je kunt bijvoorbeeld denken aan het vlakker maken en verbeteren van de spoorprofielen, het toevoegen van demping en het aanbrengen van absorberend materiaal tussen en naast de spoorstaven.

In Rotterdam hebben ze geluiddempende materialen aan de spoorstaven bevestigd, wat heeft geleid tot een forse reductie van het booggeluid bij trams. Het booggeluid is het gillende of piepende geluid van een tram in een bocht.

Zonering

De zones langs spoorwegen worden centraal vastgesteld en niet door de gemeente, zoals bij het wegverkeer. In het Besluit geluidhinder spoorwegen is een kaart opgenomen waarin de betreffende spoorwegen zijn getekend. Alle spoorwegen zijn vermeld, behalve de gewone stadstram en kleinschalige industriële spoorlijnen. Deze hebben dus geen zone.

De breedte van de zones varieert tussen de 100 en 850 meter aan weerszijden van de rails. In principe treden buiten de zones geen geluidsniveaus op die hoger zijn dan 60 dB(A). Als er nieuwe woningen gebouwd worden in de zone, of een nieuwe lijn langs bestaande woningen, moet vooraf een akoestisch onderzoek worden uitgevoerd waaruit blijkt op welke wijze kan worden voldaan aan de grenswaarden.

Vliegverkeer

‘Schiphol produceert teveel geluid.’ Het houdt veel mensen bezig. De meningen lopen uiteen van: ‘heel ernstig’ tot ‘je raakt eraan gewend’. Voor vliegverkeer en het lawaai waarmee dat gepaard gaat gelden heel andere normen dan voor andere soorten verkeer.

Luchtvaartwet

De regels over het lawaai dat vliegtuigen op en rondom de vliegvelden produceren, staan niet in de Wet Geluidhinder, maar in de Luchtvaartwet. Voor enkele buitenlandse vliegvelden, waar Nederlanders ook hinder van kunnen ondervinden, zijn aparte uitvoeringsbesluiten opgesteld, die wel onder de Wgh vallen. Het gaat om drie NATO-vliegvelden in de buurt van Limburg. Er zijn geluidszones vastgelegd op kaarten die bij de uitvoeringsbesluiten zijn gevoegd. De omvang van de zones is gebaseerd op 35 Kosteneenheden (Ke). Dit is de grenswaarde voor vliegverkeer. Voor aanwezige woningen geldt een minder strenge norm,

namelijk 40 Ke. Overigens kan de minister in bepaalde gevallen hogere waarden toestaan tot maximaal 45 Ke voor nieuwe en 65 Ke voor bestaande woningen.

Voor de sanering van bestaande woningen moet een isolatieplan opgesteld worden als de geluidsbelasting hoger is dan 40 Ke. Dit plan wordt ieder jaar vastgesteld en als eigenaar en bewoners van een woning toestemming hebben gegeven voor het aanbrengen van isolatievoorzieningen, wordt de woning opgenomen in het plan. De kosten komen voor rekening van het Rijk.

Maatregelen aan de bron

Een vliegveld heeft een aantal mogelijkheden om geluidsoverlast in de omgeving te beperken, zoals het ontmoedigen van lawaaiige vliegtuigen of vliegtuigen laten taxiën met minder motoren.

Oudere vliegtuigen produceren meer geluid dan moderne. Per type vliegtuig is de geluidsproductie bekend. Een vliegveld heeft daarbij mogelijkheden bepaalde typen lawaaiige vliegtuigen te verbieden of het aantal landingen daarmee te beperken. Dit heeft gevolgen voor de totale geluidsbelasting.

Taxiën op minder motoren

Met de luchtvaartmaatschappijen kan worden afgesproken binnenkomende vliegtuigen met minder motoren te laten taxiën. Vertrekkende vliegtuigen mogen in het algemeen pas de motoren starten als de verkeersleiding toestemming voor vertrek geeft. Doordat motoren een bepaalde opwarmtijd nodig hebben, die niet in te korten is, zal het niet mogelijk zijn het lawaai op deze manier te verminderen.

Maatregelen in de overdracht

Vliegvelden kunnen de lawaai-overlast beperken door waar mogelijk de vliegtuigbewegingen te verplaatsen van dichtbewoonde gebieden naar gebieden met veel minder inwoners. Schiphol is om die reden een voorstander van de aanleg van een vijfde baan, waardoor de geluidsoverlast kan worden verschoven naar gebieden met minder woningen. Je kunt deze vorm van sanering zonerings noemen.

Vragen 4.1

a Het wegverkeer kan voor veel geluidsoverlast zorgen. Neem onderstaande tabel over en vul de verschillende mogelijkheden van sanering in.

Maatregelen aan de bron	Maatregelen in de overdracht

b 'Bij railverkeer zijn de lawaai-problemen misschien nog wel groter dan bij wegverkeer.' Noem enkele argumenten voor deze stelling en ook enkele argumenten tegen.

c De regelingen aangaande vliegverkeer zijn opgenomen in de Luchtvaartwet, met uitzondering van enkele vliegvelden. Geef aan waarom deze uitzondering gemaakt moest worden.

4.2 Horeca

Uitgaan: voor iedereen een feest. In café, disco, bioscoop en restaurant wordt iedereen altijd gastvrij ontvangen en de mensen hebben een hoop plezier. Voor omwonenden kan dit soms het tegenovergestelde betekenen. De muziek staat te hard, de gasten verlaten luidruchtig het pand en om twee uur 's nachts slaat de eigenaar de lege fusten achter het pand op. Onenigheid met de buurt en de gemeente is het gevolg. In deze paragraaf gaan we kijken of dit te voorkomen is.

Gemiddelde geluidsniveau

Elke horecagelegenheid heeft zijn eigen geluid en trekt daardoor zijn eigen publiek. De discobezoekers willen geen achtergrond- maar dansmuziek. In een restaurant wil je rustig kunnen praten waarbij de muziek een leuke sfeer verzorgt. In het Besluit Horecabedrijven staan indicaties voor de geluidsproductie van de verschillende bedrijven. In figuur 5.1 zijn deze waarden te vinden.

Type	Activiteit	Geluidsniveau in dBA
Restaurant	Praten en achtergrondmuziek	70-75
Café	Rustig cafe/bar	75-80
	Cafe/bar met muziek	80-85
	Drukke bar	85-90
	Jongerenbar	90-95
	Café met dansmuziek	90-100
Disco	ouderenpubliek	85-90
	jongeren	90-105
	Live band	95-115

Fig. 4.1 Geluidsniveaus bij horecabedrijven.

Deze bedrijven moeten onder bepaalde omstandigheden een akoestisch rapport aan de gemeente overhandigen. Een volledig akoestisch onderzoek kost rond de € 2.000. Het onderzoek toont aan of in woningen het geluidsniveau als gevolg van de horecagelegenheid niet te hoog is. Er wordt hierbij wel rekening gehouden met de frequentie van het geluid. Met name bij housemuziek speelt dat een grote rol. Deze soort muziek kent vooral veel lage tonen (31,5 Hz-octaf). Tot nu is het meten van de isolatie van deze octaf niet verplicht, maar waarschijnlijk zal dat binnenkort veranderen. Zo'n onderzoek toont alleen maar aan of het bedrijf aan de geluidseisen kan voldoen. In dat geval kunnen maatregelen genomen worden.

Maatregelen

Of er maatregelen nodig zijn en welke, hangt af van:

- het gewenste niveau;
- de bouwkundige voorzieningen;
- de ligging van het pand (bij aanpandige woningen gelden strengere eisen).

Voor een rustig café (<85 dB(A)) is in de meeste gevallen een verbetering van de pui (dichten van naden en kieren), het verbeteren van de deuren (aansluiting deur en kozijn) en het isoleren van ventilatoren met behulp van suskasten voldoende.

Afhankelijk van de staat van het pand zal dit wellicht € 2.500 kunnen kosten. Als de caféhouder hogere geluidsniveaus wil gebruiken (disco) moet hij meer maatregelen nemen (extra pui-isolatie en dubbel glas).

Als er sprake is van een aanpandige woning zal de isolerende waarde van de tussenwand verbeterd moeten worden. Dat kan in principe door massa en ontkoppelen. Massa heeft echter in dit geval tot gevolg dat de muren zo dik moeten worden, dat het teveel ruimte gaat kosten. Ontkoppelen door middel van zwevende plafonds, voorzetwanden en zwevende vloeren is dus geboden. Dergelijke maatregelen zijn wel duur: circa € 5.000 per dB geluidreductie.

Het geluidsniveau van de geluidsinstallatie kan beperkt worden door een begrenzer. Hierdoor wordt automatisch de volumeknop begrensd. Ook het plaatsen van meer speakers, maar met een lager vermogen, beperkt het geluidsniveau. Verder kunnen geluidboxen beter niet in de hoeken hangen. Het geluid mag boven de dansvloer ook harder zijn dan bij de bar.

Het lawaai van vertrekkende bezoekers rond sluitingstijd kan ook zeer hinderlijk zijn. Door technische maatregelen is dit nauwelijks te voorkomen. Wat wel helpt is het verlagen van het muziekniveau en het verhogen van het lichtniveau een half uur voor sluitingstijd.

Aan bouwkundige voorzieningen valt ook veel te verbeteren voor wat betreft de geluidsproductie. Zo kun je geluidsschermen plaatsen tussen het pand en geluidgevoelige woningen. Ook de ramen kunnen beter geïsoleerd worden door extra dik of dubbel glas. De frisse lucht kun je verzorgen door ventilatoren te gebruiken in plaats van open ramen. De ventilatoren kunnen voorzien worden van een omkastings- en geluiddempers. Ook kun je de ruimte zelf bekleden met absorberend materiaal.

Vragen 4.2

- a. Geluidsoverlast door de horeca is moeilijk aan te pakken omdat niet alle lawaai wordt veroorzaakt door eigenaar van het bedrijf. Waarom is lawaai van vertrekkende bezoekers zo moeilijk te voorkomen?
- b. Maak een overzicht van de technische mogelijkheden om geluidsoverlast door horecabedrijven te verminderen.
- c. Zoek in de APV van je woonplaats naar de paragraaf over geluidshinder. Welke belangrijke zaken worden er genoemd over horecageluid binnen?

4.3 Afsluiting

Bij voertuigen wordt het geluid veroorzaakt door de motor en het contact met het wegdek (wegverkeer) of spoor (railverkeer). Door het wegverkeer te verminderen of door het aanpassen van het wegdek kun je het verkeerslawaai aan de bron saneren. Ook kun je schermen gebruiken. Bij railverkeer wordt onderzocht of aanpassing van rails en voertuigen de geluidsproductie kunnen verminderen samen met het gebruik van geluidsschermen. Geluidsoverlast door vliegtuigverkeer kun je verminderen door het toepassen van stillere (moderne) vliegtuigen. Je kunt ook de vliegbeweging zoveel mogelijk over niet bewoonde gebieden leiden.

Horecabedrijven kunnen geluidsoverlast betekenen voor woningen in de omgeving. Deze overlast is te verminderen of te voorkomen door maatregelen aan de bron. Dit kan een aanpassing van de geluidsinstallatie zijn of door maatregelen in de overdracht, zoals absorberende voorzieningen in het gebouw. Met enkele eenvoudige maatregelen zoals het dichtmaken van kieren en ventilatieopeningen bereik je al een aanzienlijke reductie. Wil je een betere isolatie dan zijn duurdere maatregelen nodig, zoals zwevende vloeren en plafonds.