



GELUIDWERING

onderzoek bouwtechnologie

Inleiding

In het kader van het afstudeeratelier Bouwen in de Wederopbouwstad zijn wij op een bepaalde typologie wederopbouwwijk gestuit, namelijk een wijk gelegen tussen het historisch centrum en de snelweg in een middelgrote Nederlandse stad.

Deze wijken negeren de snelweg in zijn aanwezigheid door middel van een groene bufferzone.

Wij stellen in ons ontwerpend onderzoek woningbouw op deze geluidsbelaste locatie voor en derhalve onderzoeken wij voor bouwtechnologie welke maatregelen te treffen om de woning tegen geluid te isoleren.

Allereerst gaan we op de regelgeving in wat betreft geluidswering in de woningbouw en op de algemene aspecten en factoren die in acht moeten worden genomen bij een gebouw op een geluidsbelaste locatie.

Vervolgens een overzicht van de geluidwerende kwaliteiten van materialen en van samengestelde gevelconstructies, door middel van een korte beschrijving en een tabel per categorie.

Tenslotte beschrijven we hoe een serre ingezet kan worden om geluid te weren en tonen we daarvan een aantal varianten.

Edward Schuurmans
Martijn Oskam



Regelgeving

Er zijn drie soorten regelgeving:

1. Normen en voorschriften voor meet- en rekenmethoden: NEN 5077, met bepalingsmethoden voor de akoestische grootheden
2. Normen die grenswaarden in getallen vastleggen: NEN 1070
3. Voorschriften die technische, juridische en financiële procedures aangeven:
 - Wet geluidhinder met uitvoeringsbesluiten
 - Hinderwet met hinderbesluit en vergunningsvoorschriften
 - Woningwet
 - Bouwbesluit
 - Gemeentelijke bouwverordeningen

In het Bouwbesluit worden prestatie-eisen gesteld waaraan woningen en woongebouwen moeten voldoen.

Er worden akoestische eisen gesteld ten aanzien van:

- de geluidwering van de gevel en het dak
- het toelaatbare installatiegeluidniveau
- de geluidwering tussen ruimten en gebouwen
- de beperking van galm in gemeenschappelijke trappehuizen.

NEN 5077 stelt dat de geluidbelasting in een verblijfsgebied maximaal 35 dB(A) bedraagt, voor verblijfsruimte geldt 37 dB(A). De scheidingsconstructie moet een minimale weerstand bieden van 20 dB(A).

Een verblijfsgebied is gedefinieerd als: besloten ruimte, bestaand uit een of meer met elkaar in verbinding staande, op de dezelfde bouwlaag gelegen verblijfsruimten en andere afzonderlijke ruimten, anders dan een toilet- of badruimte, technische ruimte of gemeenschappelijke verkeersruimte.

Als bijvoorbeeld een serre of afgesloten balkon de overgang vormt tussen het verblijfsgebied en buien, wordt de geluidwering van de serre in mindering gebracht op de geluidbelasting van de inwendige scheidingsconstructie.

De Wet geluidhinder stelt een zogenaamde voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) voor de geluidbelasting op de gevel. Deze grenswaarde geldt alleen voor woningen die in een bepaalde zone van de weg liggen. Het type weg bepaalt de grootte van deze zone (600m-200m). De voorkeursgrenswaarde impliceert dat er binnen de betreffende zone in principe niet gebouwd mag worden wanneer de geluidbelasting op de gevel hoger zou uitkomen dan 50 dB(A). Echter hierop kan ontheffing worden verleend op basis van bijvoorbeeld stedenbouwkundige argumenten (zoals het opvullen van 'gaten' in bestaande bebouwing). De grens van deze ontheffing is voor in de stad 70 dB(A), in buitenstedelijke gebieden op 58 dB(A).

In het geval van woningbouw in de nabijheid van de snelweg geldt dat de geluidbelasting op 12 meter van de vluchtstrook 74 dB(A) bedraagt, op ongeveer 55 meter is de geluidbelasting 68 dB(A). De geluidwering van een normale spouwmuur bedraagt ongeveer 50 dB(A), dus ruim voldoende om te voldoen aan de eis van het Bouwbesluit. Echter de kritische onderdelen zijn ramen en ventilatieopeningen. Tot een gevelbelasting van 60 dB(A) voldoet normaal dubbel glas (4-12-5 mm) en zijn geen speciale ventilatievoorzieningen nodig. Vanaf een gevelbelasting van 70 dB(A) moeten bijzondere glassoorten en ventilatievoorzieningen getroffen worden.

Geluidwering door gebouwen en/of gevel

Het bouwwerk zelf kan in de bestrijding van verkeerslawaaï worden gezien als een middel. In de directe omgeving van drukke wegen is het geluidsniveau zo hoog, dat het gebouw moet worden ontworpen op een geluidwerende taak en wel door:

- De bestemmingen binnen het gebouw aan te passen door geluidongevoelige ruimten aan de lawaaizijde te plaatsen.
- Een bijzondere gevelbehandeling zowel in ontwerp- als vervaardigingszin. Het gevolg kan zijn, dat gebouwen een naar de lawaaibron toe ongevoelige, weinig kwetsbare huid met gunstige akoestische eigenschappen hebben.

Bij directe overdracht van luchtgeluid zijn de onderstaande eigenschappen van scheidingsconstructies van invloed:

- de massa per m²
- de stijfheid
- de dempingsfactor van het materiaal
- enkelbladige of meerbladige constructie.

In theorie neemt de geluidisolatie bij een verdubbeling van het gewicht van de constructie (enkelvoudig) toe met 6 dB.

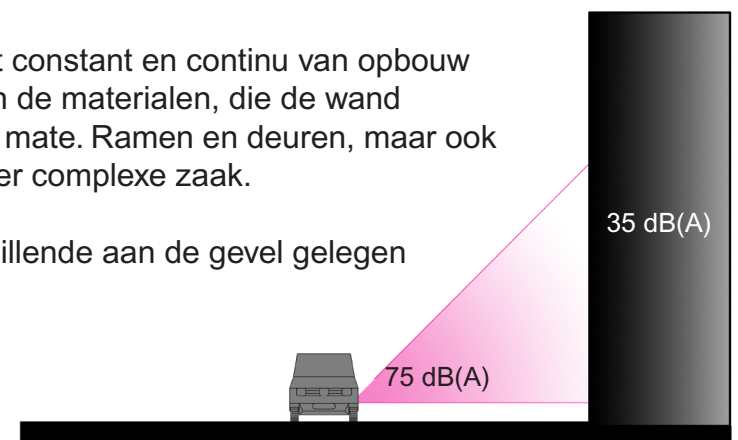
In de praktijk blijkt de verhouding tussen gewicht en isolatiewaarde van de enkelvoudige constructie ongunstiger uitvalt.

De elasticiteit van het materiaal speelt eveneens een belangrijke rol: hoe geringer de elasticiteit, des te effectiever de inwendige demping. Staal is zeer ongunstig, beton, baksteen en natuursteen vormen de middengroep; houtwolcement en losse korrelmaterialen hebben zeer gunstige dempingseigenschappen. Naarmate de dichte constructie een hogere isolatie heeft, is de invloed van de openingen daarop sterker. Een kwalitatief hoge isolatiewaarde van de dichte constructie wordt genivelleerd in de gezamenlijk isolatie vanaf 10% glasoppervlak.

In nagenoeg alle gevallen zullen buitenwanden van gebouwen, waarin mensen verblijven niet constant en continu van opbouw zijn. Het totale geveloppervlak bestaat immers slechts voor een gedeelte uit de constructie en de materialen, die de wand typeren. De zwakste schakels bepalen de kwaliteit van de totale akoestische kwaliteit in hoge mate. Ramen en deuren, maar ook gevelgeleding en -opbouw maken de bepaling van de akoestische eigenschappen tot een zeer complexe zaak.

Buitenwanden vormen bij woon- en verblijfsgebouwen de verbindende schakel tussen verschillende aan de gevel gelegen ruimten, vandaar hier neveneffecten kunnen optreden in de vorm van:

- geluidlekken (kieren en spleten)
- flankerende geluidsoverdracht
- omloopgeluid (gangen, kokers, spouwen)



Toelichting bij tabel

- Dikte en spouwbreedte in mm
- Geluidwering per oktaafband en als totaal (Ra)
- Absorptiecoëfficient gegeven voor het standaardspectrum.
- Bronnen:
 1. Bouwfysisch Tabellarium
 2. Geluidwering in de Woningbouw
 3. m.b.v. praktische massawet berekend
 4. Jellema 7A
 5. Productinformatie

Steenachtige materialen

Het steenachtig dichte geveldeel kan bestaan uit:

- een gemetselde spouwmuur;
- een spouwmuur bestaande uit een prefab beton binnenspouwblad en een gemetseld buitenspouwblad;
- steenachtig binnenspouwblad met buitenisolatie.

Steenachtige geveldelen hebben een dusdanig grote massa dat de geluidisolatie hoog is ten opzichte van de andere lichte geveldelen.

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband							Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		Spouw	125	250	500	1000	2000	125			250	500	1000	2000	
Beton, 150 kg/m2	60		33	38	42	47	51		5						
Beton, 250 kg/m2	100		36	41	45	50	54		5						
Beton, 500 kg/m2	200		42	46	52	59	65	52	1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	
Gasbeton, 70 kg/m2									1	0,14	0,19	0,24	0,32	0,41	
Schoon baksteenmetselwerk	100		35	40	43	48	53		1	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	
Kalkzandsteen (CVK)	150		31	38	46	54	60		3						
Kalkzandsteen (CVK)	214		38	42	51	59	68		3						
Kalkzandsteen (CVK)	300		39	46	53	61	66		3						
Kalkzandsteen (CVK)	120-60-120	60	46	53	71	89	89		3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	100							40	3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	120							42	3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	150							45	3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	175							46	3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	200							48	3						
Lichtbeton prefabelementen (Alvon)	120-40-120	40						65	3						
Cellenbeton (Hebel), 100 kg/m2	150/175/200		30	30	35	42	50	36	3						
Cellenbeton (Hebel), 150 kg/m2	200/250/300		32	34	40	48	55	40	3						
Cellenbeton (Hebel), 200 kg/m2	300-		35	37	43	51	58	43	3		0,10	0,14	0,16	0,20	
Leem (topleem) 1800 kg/m3	400							56	3						

Ramen

De geluidisolatie van ramen wordt in hoofdzaak bepaald door:

- soort beglazing (enkel, dubbel, gelaagd)
- beglazingssysteem
- de afmetingen
- de kozijnconstructie
- de aansluitingen
- de kierdichtingen

Beglazingssysteem

Het systeem van beglazing is van invloed op de starheid van de inklemming en de kierdichting.

Bij grote glasvlakken verdient een flexibele inklemming de voorkeur. Bij kleine ramen heeft een starre inklemming juist een gunstig effect op de geluidisolatie.

Kozijnen

De keuze van de kozijnconstructie is van invloed op de kier- en naaddichting. Bij houten kozijnen kan krimp optreden bij droging. Hierdoor kunnen kieren ontstaan.

Aluminium en kunststofkozijnen kunnen scheef trekken, het is daarom raadzaam om meerpuntssluitingen te kiezen.

Stalen ramen sluiten over het algemeen slecht de kieren af.

Aansluitingen

Bij aansluiting van het kozijn op het metselwerk, is een goede afdichting aan de binnenzijde voldoende. Niet te grote naden kunnen worden afgedicht met een duurzame plastisch blijvend kitsoort, bij voorkeur op siliconenbasis.

De naaddichting rondom suskasten is vaak een probleem. De bredere naden dienen opgevuld te worden met minerale wol en er moet een luchtdichte afsluiting met montageprofielen komen.

Glas

De geluidisolatie van enkel glas wordt bepaald door:

- de massa (dikte) glas
- de stijfheid
- de afmetingen

Bij gelaagd glas worden twee glasbladen verbonden via een elastische laag (PVB-folie (polyvinylbutyl)). De verbetering van de geluidisolatie ten opzichte van even dik enkel glas blijkt duidelijk uit de octaafbanden, maar komt niet goed tot uiting in de Ra-waarde.

De geluidisolatie van dubbel glas is afhankelijk van:

- de dikte van de glasbladen
- de spouw tussen de glasbladen
- de koppeling tussen de glasbladen
- de spouwvulling
- de randabsorptie en randdemping
- de evenwijdigheid van de glasbladen.

De spouwbreedte is de belangrijkste invloedsgrrootheid. Hoe groter de spouw, hoe hoger de geluidisolatie. De geluidisolatie wordt beter bij een spouw groter dan 60 mm, gerealiseerd met een voorzetraam of dubbele ramen. Bij dergelijke ramen zijn het schoonhouden en het risico op condensatie tegen het buitenste glasblad vaak een probleem. Het is daarom belangrijk de binnenruit dampdicht aan te brengen en in het buitenkozijn ontspanningsopeningen te maken.

De geluidisolatie van prefab dubbel glas kan verhoogd worden door het vullen van de spouw met een 'zwaar' gas in plaats van droge lucht. Tevens kan het verhoogd worden door voor een of beide glasbladen gelamineerd uit te voeren.

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband							Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		Spouw	125	250	500	1000	2000	Ra		125	250	500	1000	2000
Glas									1	0,1	0,04	0,03	0,02	0,02
Enkel glas	4		19	23	26	30	32	27	2					
Enkel glas	6		21	25	28	31	27	28	2					
Enkel glas	8		23	26	30	32	28	29	2					
Dubbel glas	4-6-4	6	22	23	23	32	34	26	2					
Dubbel glas met gas	4-6-4	6	22	21	26	40	37	28	2					
Dubbel glas	4-6-8	6	25	24	27	32	32	29	2					
Dubbel glas	6-12-6	12	23	21	31	36	31	28	2					
Dubbel glas met gas	6-12-6	12	22	20	36	43	36	28	2					
Dubbel glas	6-24-10	24	24	28	36	38	38	33	2					
Dubbel glas met gas	6-24-10	24	24	28	36	38	38	34	2					
Dubbel glas	8-24-12	24	25	29	37	37	37	34	2					
Dubbel glas met gas	8-24-12	24	23	35	44	37	37	34	2					
Dubbel glas met twee gelamineerde spouwbladen	6-160-12	160	31	39	46	47	47	42	2					
Gelaagd glas	4-6-4	6	22	23	23	32	34	26	2					
Gelaagd glas met gas	4-6-4	6	22	21	26	40	37	28	2					
Gelaagd glas	6-12-6	12	23	21	31	36	31	28	2					
Gelaagd glas met gas	6-12-6	12	22	20	36	43	36	28	2					
Gelaagd glas	6-24-10	24	24	28	36	38	38	33	2					
Gelaagd glas met gas	6-24-10	24	24	28	36	38	38	34	2					
Gelaagd glas	8-24-12	24	25	29	37	37	37	34	2					
Gelaagd glas met gas	8-24-12	24	23	35	44	37	37	34	2					
Glazen bouwstenen (Bouwmag)	80							40-49	3					
Glazen bouwstenen(Bouwmag)	100							40-49	3					
Glasbeton (Glasimpex)	80							40-45	3					
Profielbouwglas (Profilit) enkelschalig	60							27	3					
Profielbouwglas (Profilit) dubbelschalig	60							40	3					
Profielbouwglas (Profilit) drie-schalig	60							55	3					
PC meerwandige kanaalplaten(Rodeca)	40							21	3					
PC meerwandige kanaalplaten(Rodeca)	30							20	3					
PC meerwandige kanaalplaten(Rodeca)	16							18	3					
PC meerwandige kanaalplaten(Rodeca)	10							18	3					
PC meerwandige kanaalplaten (Rodeca)	6							18	3					
PVC	60							23	3					
PVC	40							21	3					

Lichte gevelelementen

Onder de lichte gevelelementen vallen onder andere borstweringspanelen en puivullingen. De panelen hebben veelal een geringe massa en in veel gevallen een grote stuifheid. Ze zijn onder te verdelen in enkelvoudige en gelaagde constructies.

De gelaagde constructies kenmerken zich door:

- panelen met een dunne elastische tussenlaag, bijvoorbeeld twee gipsplaten verlijmd;
- panelen met een stijve tussenlaag, bijvoorbeeld kunststofschuim met aan twee zijden plaatmateriaal gelijmd;
- panelen met een anisotrope tussenlaag, bijvoorbeeld honingraat met aan twee zijden plaatmateriaal gelijmd.

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Merbau	38	24	29	30	31	34	30	2					
Merbau	54	27	31	31	34	40	33	2					
Spaanplaat	16	14	18	22	26	20	21	2					
Spaanplaat	36	22	24	27	24	29	26	2					
Staalplaat (8kg/m ²)	1	19	23	29	32	36	28	2					
Staalplaat (28kg/m ²)	3.5	29	33	36	39	41	37	2					
Staalplaat (55kg/m ²)	7	33	38	39	40	30	35	2					
Zink	0,8	15	19	24	29	33		5					
Zink	1	17	21	26	31	35		5					
Koper	0,7	14	18	23	28	32		5					
Trespa	6	17	21	26	31	35		5					
Trespa	8	18	22	27	32	36		5					
Trespa	10	20	24	29	34	38		5					
Trespa	13	21	25	30	35	39		5					
PVC-plaat (3kg/m ²)	2.5	7	11	18	21	22	16	2					

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Gegalv. Staal - pur/pir (Kingspan)	30-100	14	19	24	27	34	27	3					
Papieren honingraat (4mm)													
en 2x gipskarton	29	15	20	26	29	30	25	2					
PS-schuim (60mm) en 2x gipskarton	79	17	22	20	25	24	22	2					
PU-schuim (30mm) en 2x gipskarton	49	17	22	23	30	41	25	2					
Foamglas (40mm) en 2x gipskarton	59	23	25	29	29	35	29	2					

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Kalkcement pleisterwerk, direct op steenachtige ondergrond								1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Akoestische pleister, in enige lagen aan te brengen								1	0,15	0,20	0,35	0,60	0,60
Spuitscellulose	20							3	0,18	0,27	0,67	1,02	1,11

Materiaal	Dikte	Spouw	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
			125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Zachtboard (ongeverfd)	19	23							1	0,13	0,72	0,59	0,76	0,90
Halfhardboard (ongeverfd)	6,2	50							1	0,24	0,20	0,09	0,04	0,04
Spaanplaat	8	30							1	0,25	0,22	0,04	0	0,03
Spaanplaat (lichtgewicht), 6.4 kg/m2	19	50							1	0,16	0,58	0,75	0,53	0,54
Houtwolcementplaat, akoestisch25	0								1	0,15	0,23	0,23	0,51	0,73
Houtwolcementplaat, akoestisch25	10								1	0,30	0,26	0,51	0,91	0,79
Houtwolcementplaat, akoestisch25	30								1	0,25	0,29	0,79	0,76	0,74
Houtwolcementplaat, akoestisch25	50								1	0,11	0,33	0,67	0,53	0,64
Houtwolcementplaat, akoestisch25	80								1	0,23	0,55	0,64	0,57	0,81
Kurkplaten, akoestisch met verlaag	20	25							1	0,08	0,15	0,44	0,54	0,38
Glaswol 12 kg/m3	45								4	0,16	0,39	0,80	0,96	1,09
Glaswol 16 kg/m3	60								4	0,38	0,56	0,91	0,96	1,21
Glaswol 22 kg/m3	25								4	0,10	0,22	0,54	0,79	0,99
Glaswol 38 kg/m3	40								4	0,07	0,23	0,64	0,92	1,08
Glaswol 55 kg/m3	60								4	0,09	0,28	0,74	1,03	1,13
Kunststofschuimplaat (polystyreen)	10	4							1	0,05	0,11	0,31	0,73	0,58
Houtcellulose, gesust	22	0							1	0,07	0,20	0,60	1,00	1,13
Kunststoffolie, strak gespannen, PVC 0,2 kg/m2	0,2	20							1	0	0	0,64	0,19	0,12
Kunststoffolie, geplooid 3:1, PVC 0,2 kg/m2	0,2	20							1	0	0,13	0,51	0,66	0,59
Gordijn, katoen, strak gespannen	50								1	0,04	0,09	0,37	0,68	0,89
Gordijn, katoen, geplooid 3:1	50								1	0,15	0,45	0,96	0,91	1,06

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		Spouw	125	250	500	1000			125	250	500	1000	2000
Gipskarton, ongeperforeerd	9,5	100						1	0,28	0,14	0,09	0,06	0,05
Gipskarton, geperforeerd, 6%, gaatjes 8, 15,20	9,5	100						1	0,39	0,81	0,68	0,44	0,25
Gipskarton, geperforeerd, 19,6%, gaatjes 15	9,5	100						1	0,30	0,69	1,01	0,81	0,66
Gipskarton met zaagsleuven, sleuven 2,3	9,5	30						1	0,10	0,26	0,92	0,55	0,20

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		Spouw	125	250	500	1000			125	250	500	1000	2000
Houten latten, breed 85, tussenruimte 25mm	12	200						1	0,60	0,85	0,80	0,82	0,70
Houten latten, breed 45, tussenruimte 16 mm, minerale wol op bitumenpapier in de spouw	25	50						1	0,19	0,36	0,73	0,50	0,25
Aluminium lamellen, breed 50, tussenruimte 12.5 mm	0,3	176						1	-	0,89	1,00	0,88	0,88

Materiaal	Dikte	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
		125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Linoleum, gelijmd op ondergrond								1	0,02	-	0,03	-	0,04
Parket, gelijmd op ondergrond								1	0,04	0,04	0,06	0,12	0,10
Tapijt, 1.87 kg/m2	4,5							1	0	0,02	0,04	0,15	0,36
Tapijt, 1.87 kg/m2 met 8mm vilt onderlaag	4,5							1	0,05	0,13	0,60	0,24	0,28
Tapijt 1,98 kg/m2	5,3							1	0	0,03	0,05	0,11	0,31
Tapijt 1,98 kg/m2 met 8 mm vilt onderlaag	5,3							1	0,04	0,10	0,31	0,70	0,93
Kokosvloerbedekking, los op ondergrond, 2 kg/m2	10							1	0,03	0,03	0,07	1,13	0,28

Materiaal	Geluidwering per oktaafband					Ra	Bron	Absorptiecoëfficient per oktaafband				
	125	250	500	1000	2000			125	250	500	1000	2000
Eén zittend persoon							1	0,15	0,30	0,45	0,45	0,45
Eén persoon in ruimte met veel nagalm							1	0,65	0,75	0,85	0,95	0,95
Publiek per m2							1	0,52	0,68	0,85	0,97	0,93
Houten stoel (onbezet)							1	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04
Beklede stoel (onbezet)							1	0,15	0,30	0,30	0,40	0,40

Spouwconstructies

Voor hoge luchtgeluidisolatie is men voornamelijk aangewezen op spouwconstructies. In het algemeen kan gesteld worden dat men met de zelfde massa (kg/m²) een aanzienlijk hogere geluidisolatie bereikt kan worden, door die massa te verdelen over twee achter elkaar geplaatste wanden. Ook hier zijn de geluidsisolerende kwaliteiten theoretisch te voorspellen. Hiervoor moet men de resonantiefrequentie uitrekenen. Rond deze frequentie zijn de geluidsisolerende kwaliteiten van de spouwwand nihil. Dit is bij lagere frequenties het minst hinderlijk en men zal er dus naar streven om deze frequentie zo laag mogelijk te krijgen. De resonantie frequentie (f) is als volgt uit te rekenen:

$$F \text{ (Hz)} = 60 / \sqrt{d(m_1 + m_2)}$$

d = dikte spouw in mm

m₁ = massa van het buitenblad in kg/m²

m₂ = massa van het binnenblad in kg/m²

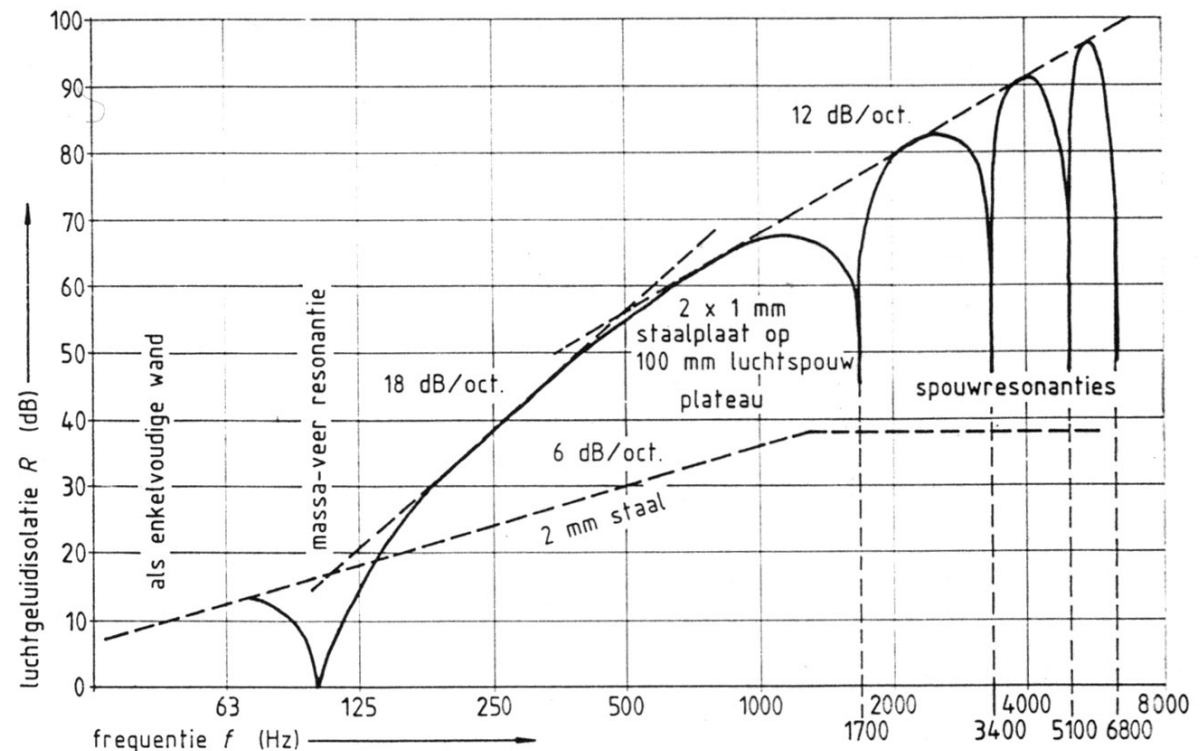
voor een symmetrische spouwconstructie gaat dus op:

$$F \text{ (Hz)} = 120 / \sqrt{d \times m}$$

m = m₁ + m₂ = totaal gewicht gevelbladen in kg/m²

wanneer het gewicht van het buitenblad aanzienlijk kleiner is dan de van het binnenblad, geldt dus:

$$F \text{ (Hz)} = 60 / \sqrt{d \times m_2}$$



Nu de resonantiefrequentie bekend is kan aan de hand van de volgende regels bij een bepaalde frequentie de geluidisolatiewaarde in dB van de spouwconstructie voorspeld worden:

- voor frequenties beneden F is de geluidisolatie van de spouwconstructie vrijwel identiek als die van de even zware enkelvoudige wand
- voor frequenties rond f is de geluidisolatie van de spouwconstructie aanzienlijk slechter tot vrijwel nihil in vergelijking met de geluidisolatie van een enkelvoudige wand
- voor frequentie boven F stijgt de geluidisolatie van de spouwconstructie bij de eerste octaven 18 dB per octaaf en daarna 12 dB per octaaf
- op bepaalde frequenties treden zogenaamde spouwresonanties (f) op. Rond de spouwresonantiefrequenties is de geluidisolatie gelijk aan de de geluidisolatie van een evenzware enkelvoudige wand.

Deze zijn als volgt te bepalen:

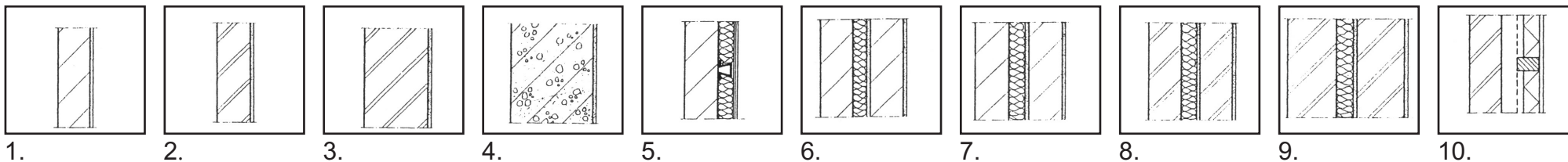
$$f = 165n / d$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

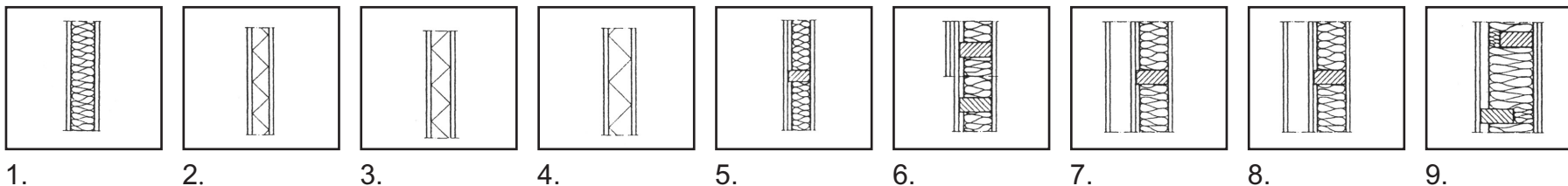
d = breedte van de spouw in mm

Geluidabsorberend materiaal kan de invloed van spouwresonanties sterk verminderen.

Omschrijving gevel	Massa	Geluidwering per oktaafband					
		125	250	500	1000	2000	Ra
1. Enkelvoudige steenachtige muur	100 kg/m ²		32	35	36	40	46
2. Enkelvoudige steenachtige muur	200 kg/m ²		35	40	43	48	53
3. Enkelvoudige steenachtige muur	400 kg/m ²		41	44	49	54	58
4. Enkelvoudige steenachtige muur	600 kg/m ²		43	48	53	57	60
5. Enkelvoudige steenachtige muur met verend aangebrachte voorzetplaat en 50mm minerale wol in de spouw	115 kg/m ²		33	40	46	51	57
6. Steenachtige spouwmuur met mineraal wol in de spouw	100 kg/m ²		33	37	41	46	52
7. Steenachtige spouwmuur met mineraal wol in de spouw	200 kg/m ²		37	41	46	52	59
8. Steenachtige spouwmuur met mineraal wol in de spouw	400 kg/m ²		41	46	52	59	64
9. Steenachtige spouwmuur met mineraal wol in de spouw	600 kg/m ²		43	50	57	62	66
10. Steenachtig buitenspouwblad met geprefabriceerd houtachtig binnenspouwblad	200 kg/m ²		36	42	47	53	60



Omschrijving gevel	Massa	Geluidwering per oktaafband					Ra
		125	250	500	1000	2000	
1. Sandwichconstructie opgebouwd uit een kern van stijve minerale wol (100 kg/m ³) met aan twee zijden plaatmateriaal (50-85 mm totale dikte)	20 kg/m ²	20	14	30	41	50	23
2. Sandwichconstructie opgebouwd uit een kern van PS-schuimplaat (50-65 mm totale dikte)	20 kg/m ²	22	26	30	24	37	27
3. Sandwichconstructie opgebouwd uit een kern van PUR-schuimplaat (45-75 mm)	20 kg/m ²	22	26	30	31	26	28
4. Sandwichconstructie opgebouwd uit een kern van kurkplaat (65-75 mm)	20 kg/m ²	22	26	29	27	35	28
5. Lichte spouwconstructie met een spouw van 60 mm, 50 mm minerale wol, stijlen 400 mm h.o.h. (70-90 mm)	20 kg/m ²	15	25	35	41	44	28
6. Spouwconstructie met spouw van 90 mm, waarin 80 mm minerale wol. Eventueel extra buitenbekleding. (110-160 mm)	30-40 kg/m ²	18	27	35	41	44	30
7. Spouwconstructie met spouw van 150 mm, 80 mm minerale wol. Zwaardere beplating. (160-180 mm)	40 kg/m ²	21	30	37	41	44	33
8. Spouwconstructie met zware beplating, 80 mm minerale wol en extra buitenbekleding op minimaal 40 mm dikke regels. (170-210 mm)	55 kg/m ²	25	35	40	45	50	37
9. Spouwconstructie met zware beplating spouw van 150 mm waarin 120 mm minerale wol. Gescheiden stijlen of verende koppelingen. (170-200 mm)	55 kg/m ²	27	38	45	50	50	40



Zoals aangetoond zijn spouwen een beproefd middel om een gevel een hogere geluidwering te geven. Het is echter ook mogelijk om deze spouw een breedte te geven, zodat de spouw zelf een ruimte wordt die gebruikt kan worden. Deze ruimte dient dan als buffer tussen de buitenwereld en de woning. Dergelijke ruimtes worden tot op heden voornamelijk toegepast vanuit overwegingen die voortvloeien uit het streven om het energieverbruik van gebouwen te drukken; deze ruimte dient dan als klimaatbuffer. Het is ook mogelijk om een dergelijke ruimte als geluidbuffer te zien.

Een serre kan een dergelijke ruimte zijn. Uit onze berekeningen blijkt dat serres goede geluidbuffers zijn tegen geluidhinder. Om de serre zelf leefbaar te maken, zijn daarentegen wel enkele maatregelen noodzakelijk.

Het geluidniveau in de serre is het geluidbelasting op de serregevel verminderd met de geluidwering van de serregevel en het absorptievermogen (L) van de elementen in de serre:

$$L \text{ (dB)} = 10\log A$$

De elementen in de serre hebben een oppervlakte (S) en het oppervlak van deze elementen hebben een absorptiecoëfficiënt (α). A volgt uit de som hiervan:

$$A = S(\alpha \times S(\text{m}^2))$$

Aangezien A zich logaritmisch verhoudt tot L hebben de eerste geluidabsorberende elementen veel effect en volgende geluidwerende voorzieningen relatief minder effect, bijvoorbeeld:

We voorzien de vloer van de serre van tapijt:

$$\begin{aligned}\alpha \text{ tapijt} &= 0.60 \\ S \text{ serre} &= 12\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \alpha \text{ tapijt} \times S \text{ serre} \\ A &= 0.6 \times 12 = 7.2\end{aligned}$$

$$L = 10\log A = 10\log 7.2 = 8.6 \text{ dB}$$

Wanneer we daarna de borstwering van de gevel van schrootjes voorzien:

α schrootjes = 0.8

S borstwering = 9m²

$A = S(\alpha \times S) = (\alpha \text{ tapijt} \times S \text{ serre}) + (0 \text{ schrootjes} \times S \text{ borstwering})$

$A = (0.6 \times 12) + (0.8 \times 9) = 7.2 + 7.2 = 14.4$

$L = 10 \log A = 10 \log 14.4 = 11.6 \text{ dB}$

Een verdubbeling van A resulteert dus slechts een vermeerdering van L met 3dB.

Het geluidbelasting in de ruimte achter de serre is vervolgens het geluidniveau in de serre verminderd met de geluidwering van de tweede gevel.

In de volgende tabel hebben zijn een aantal modellen geschetst en uitgerekend.

Hierbij is uitgegaan van een serre van 2 meter diep, 6 meter breed en 3 meter hoog. De zijwanden zijn van beton of glas. Deze materialen hebben dezelfde absorptiecoëfficiënt en zijn dus in dit model onderling uitwisselbaar. De waarden in de modellen gelden voor een geluidsfrequentie van 500Hz, de meest representatieve oktaafband. In ogenschouw moet worden genomen dat dit theoretische en gesimplificeerde modellen zijn, de werkelijkheid is vele malen complexer. De geluidbelasting en de geluidwerende en -absorberende kwaliteiten van de verschillende onderdelen zijn überhaupt moeilijk van te voren te voorspellen. Laboratoriummetingen benaderen de werkelijke situatie het meest.

Oppervlaktemateriaal
plafond

Verkeerslawaai = 75 db	Materiaal, Geluidwering Serregevel	Geluidniveau serre= Verkeerslawaai - Geluidwering serregevel- Geluidabsorptie serre	Materiaal, Geluidwering 2e gevel	Geluidniveau woning= Geluidniveau serre- Geluidwering 2e gevel
------------------------	--	--	--	--

Oppervlaktemateriaal vloer

Beton

Verkeerslawaai = 75 db	Enkel glas, 27 db	47 db = 75 db - 27 db - 1 db	Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas), 37 db	10 db = 47 db - 37 db
------------------------	----------------------	--	---	------------------------------------

Beton

Beton

Verkeerslawaai = 75 db	Enkel glas 27 db	39 db = 75 db - 27 db - 9 db	Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas), 37 db	2 db = 39 db - 37 db
------------------------	---------------------	--	---	-----------------------------------

Tapijt

Zachtboard

Verkeerslawaai = 75 db	Enkel glas 27 db	36.5 db = 75 db - 27 db - 11.5 db	Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas), 37 db	0 db = 36.5 db - 37 db
------------------------	---------------------	---	---	-------------------------------------

Tapijt

Zachtboard
Verkeerslawaai = 75 db
Enkel glas 27 db
35 db = 75 db - 27 db - 13 db
Tapijt

Steenachtig (200 kg/m ²) + Schrootjes (40% enkel glas) 37 db
0 db = 35 db - 37 db

Zachtboard
Verkeerslawaai = 75 db
Dubbel glas 34 db
28 db = 75 db - 34 db - 13 db
Tapijt

Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas) 37 db
0 db = 28 db - 37 db

Zachtboard
Verkeerslawaai = 75 db
Dubbel glas 34 db
28 db = 75 db - 34 db - 13 db
Tapijt

Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas), 37 db
2 db = 39 db - 37 db

Zachtboard
Verkeerslawaai = 75 db
Meerwandige PC-platen 21 db
41 db = 75 db - 21 db - 13 db
Tapijt

Steenachtig (200 kg/m ²) (40% enkel glas) 37 db
4 db = 41 db - 37 db

Zachtboard
Verkeerslawaaai = 75 db
Enkel glas 27 db
35 db = 75 db - 27 db - 13 db
Tapijt

Enkel glas 27 db
8 db = 35 db - 27 db

Zachtboard
Verkeerslawaaai = 75 db
Enkel glas 27 db
35 db = 75 db - 27 db - 13 db
Tapijt

Gipswand 25 db
10 db = 35 db - 25 db

Literatuur

1. Bouwfysisch Tabellarium
o.l.v. Verhoeven. Prof. Ir. A.C.
2. Geluidwering in de Woningbouw
Braat-Eggen, P.E. & L.C.J. van Luxemburg (1992)
3. Jellema 7A
Tol, A. van (1984)
4. Bouwen op Geluidsbelaste Locaties
Fokkema, J.
5. Nederlandse Bouw Documentatie
6. Productinformatie