

INHOUDSTAFEL

10.1. KENMERKEN VAN DE STEDELIJKE ELEMENTEN	3
10.1.1. De bronnen	3
10.1.2. De receptoren	3
10.1.3. De geluidsomgevingen	4
10.2. AKOESTIEK VAN EEN PLAATS BUITENSHUIS: STEDENBOUWKUNDIGE OPLOSSINGEN	6
10.2.1. Mogelijke acties	6
10.2.1.1. Het geluid aanpakken aan de bron	6
10.2.1.2. Maatregelen op het vlak van de bestemming	6
10.2.1.3. Maatregelen op het vlak van de opstelling van de gebouwen	6
10.2.1.4. Materiaalkeuze	7
10.2.1.5. Het markeereffect toepassen	8
10.2.2. De buitenplekken in de stad	8
10.2.2.1. De parken en groene ruimten	8
10.2.2.2. Openbare ruimten en pleinen	9
10.2.2.3. De privé-tuinen	10
10.3. LEVEN IN DE STAD: ARCHITECTURALE OPLOSSINGEN	11
10.3.1. Aanbevelingen met betrekking tot het straatlawaai	11
10.3.2. Geluidsisolatie – begrippen	11
10.3.2.1. Geluidstransmissie en geluidsisolatie	11
10.3.2.2. Verzwakkingsindex bij transmissie R	11
10.3.2.3. Kritieke frequentie f_c	13
10.3.2.4. De genormaliseerde geluidsisolatie D_n	13
10.3.2.5. Relatie tussen D_n en R	15
10.3.3. In de praktijk, in de woning	15
10.3.3.1. De geluidstekken	15
10.3.3.2. Ramen en buitendeuren	16
10.3.3.3. De daken	19
10.3.3.4. Gevelmuren	21
10.3.3.5. Profiel van de gevels	22
10.3.3.6. Problemen die inherent verbonden zijn aan de geluidsisolatie	23
10.3.4. Kostenraming	27
10.3.4.1. Comparatieve kosten	27
10.3.4.2. Premies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest	28
10.4. REFERENTIES	30

10.1. KENMERKEN VAN DE STEDELIJKE ELEMENTEN

Het stadsgeluid is een combinatie van verschillende lawaaibronnen en maakt integrerend deel uit van het stadsleven. Het bestaat uit alle geluiden die bestaan op een plek in de stad en die voortvloeien uit de bewegingen en de activiteiten die op deze plek aanwezig zijn, uit het leven dat zich hier afspeelt.

Het geluid is een indicator van de aanwezigheid van leven, een uitdrukking van de uitwisseling, een teken van de tijd, een middel van bestaan.

Het geluid in de stad heeft dus niet alleen negatieve kanten, het blijkt soms aangenaam en vaak nuttig. Het is echter duidelijk dat bepaalde geluiden in de stad een aanzienlijke hinder kunnen meebrengen. Dit geldt hoofdzakelijk voor het straatlawaai.

De stedenbouw en de architectuur van de stad zijn twee elementen die kunnen vermijden dat het straatlawaai op alle plekken en in alle woningen doordringt. Het stadsweefsel bepaalt immers of het geluid doorkan, het weerkaatst het geluid, absorbeert het, leidt het om.

Het bestuderen van de voortplanting van het straatlawaai in de stad komt neer op het bestuderen van de stedenbouwkundige configuratie ervan en het beantwoorden van de architecturale vragen die eveneens de geluidsomgeving van de beschouwde plaats definiëren.

10.1.1. De bronnen

Het straatlawaai is te wijten aan voertuigen die de verkeerswegen gebruiken. Deze worden dan geïdentificeerd als bronnen van geluid.

Verschillende factoren zijn van invloed op de emissie van het straatlawaai :

- ◆ de samenstelling van het verkeer (personenwagen, vrachtwagen, enz.);
- ◆ het aantal voertuigen dat de weg gebruikt;
- ◆ het type van doorstroming (vlot, verzadigd, file, enz.);
- ◆ de snelheid van de voertuigen;
- ◆ het wegdek;
- ◆ het gedrag van de bestuurder.

10.1.2. De receptoren

De receptoren van de geluidsvervuiling zijn zowel plaatsen buitenshuis:

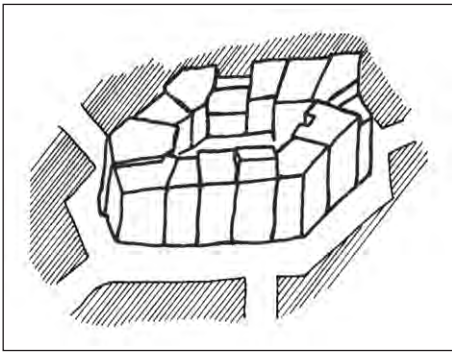
- ◆ pleinen;
- ◆ parken;
- ◆ privétuinen;
- ◆ residentiële straten;

als plekjes ook binnenshuis:

- ◆ woningen;
- ◆ klaslokalen in scholen, ziekenhuizen, enz.

Deze receptoren kunnen worden gebundeld in huizenblokken of verspreid aan weerszijden van de straat bij het doorkruisen van de bebouwde kom. Om gewapend te zijn tegen de geluidshinder die het wegverkeer kan meebrengen, vereisen de straten of de wijken een specifiek ontwerp (zie fiche 8 betreffende de plaatselijke weginrichtingen en fiche 9 betreffende de gebieden met een speciaal statuut).

In de steden vormen de gebouwen, parken en pleinen eenheden (de huizenblokken in onze traditionele steden) die worden gescheiden door verkeerswegen.



Figuur 1 : Voorstelling van een traditioneel huizenblok



Figuur 2 : Huizenblok Mahillon-Emeraude, Schaerbeek

10.1.3. De geluidsomgevingen

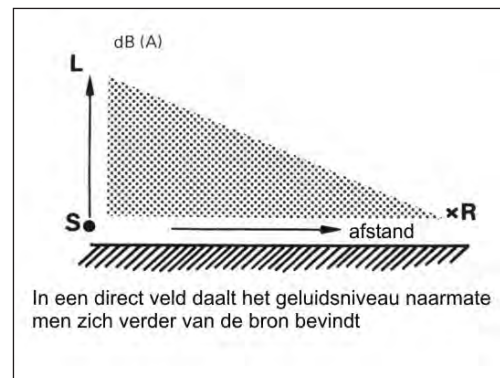
De stad is een geluidsomgeving in die zin dat haar organisatie, stedenbouwkundige structuur en architectuur bepalend zijn voor de voortplanting van het straatlawaai.

De 'geometrie' van de stad, of de vorm van het stadsweefsel, kan een of meer "openingen", "gaten" vertonen waarlangs het geluid zich kan voortplanten. Men heeft het dan over de geluidsdoorlatendheid van het stadsmilieu.

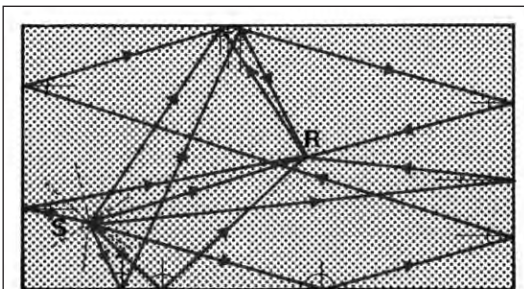
Afhankelijk van hun doorlatendheid kunnen de stadsweefsels vanuit een akoestisch oogpunt open of gesloten zijn.

Om het aangetroffen stadsweefseltype te kunnen definiëren, is een voorafgaande definitie van het vrije veld en het diffuse veld vereist.

De notie vrij veld kenmerkt een milieu waarin het geluid zich voortplant zonder op obstakels te stuiten. De geluidsterkte neemt dus af naarmate de afstand tot de bron toeneemt.



Figuur 3 : Vrij (of direct) veld



In een strooiveld zorgen de vele weerkaatsingen ervoor dat het geluidsniveau overal nagenoeg even hoog is. Het hangt niet langer af van de afstand tot de bron

Figuur 4 : Diffuus veld

Tegenover het concept van het vrije veld staat dat van het diffuse veld. In dit geval stuit het geluid op obstakels waardoor het wordt weerkaatst.

Het geluidsniveau van een geluid in een diffuus veld is dus ook afhankelijk van de sterkte van de bron en van het absorptievermogen van het milieu.

Het in een diffuus veld waargenomen geluidsniveau wordt verkregen door de geluidsniveaus van alle geluiden die aanwezig zijn in het diffuse veld samen te voegen, dus het geluidsniveau van de bron en de geluidsniveaus van alle geluiden die worden weerkaatst in het milieu.

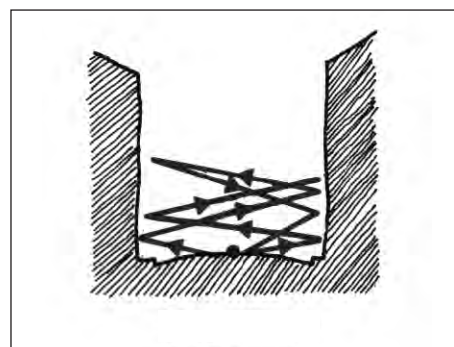
Op basis van deze twee noties die worden toegepast op het stadsweefsel, kunnen de vanuit akoestisch oogpunt open en gesloten stadsweefsel worden gedefinieerd. Om deze concepten te illustreren, definiëren we de verschillende straatprofielen.

Een straat is een geheel dat wordt gevormd door de rijbaan en de eerste rij gevelrij erlangs.

- ◆ Het U-vormige profiel komt overeen met een straat die omzoomd is met twee tegenover elkaar staande gevelrijen. Dit profiel kan worden vergeleken met een op akoestisch vlak gesloten stadsweefsel.



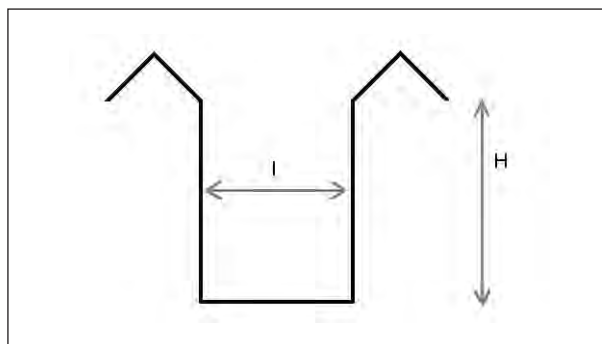
Figuur 6 : Straat met U-vormig profiel in Brussel, Europese wijk



Figuur 5 : Straat met U-profiel die representatief is voor een gesloten stadsruimte

De U-straten zijn geometrisch gekenmerkt. Een straat wordt aangeduid als U-vormig indien de verhouding tussen de hoogte van de gebouwen van de straat (H) en de breedte tussen de gevels aan beide kanten van de verkeersas (l) hoger is dan 0,2.

$$\frac{H}{l} \geq 0,2$$



Figuur 7 : Geometrische kenmerking van een U-sstraat

- ◆ Het L-vormige profiel komt overeen met een straat die door slechts één gevelrij wordt afgeboord. Dit profiel kan worden vergeleken met een vanuit akoestisch oogpunt open stadsweefsel.

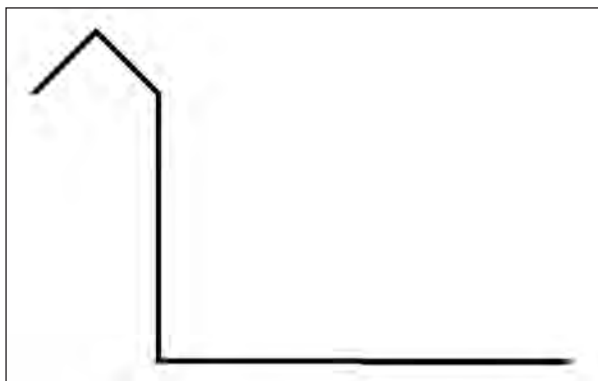


Figure 8 : afbeelding van een L-vormige straat

10.2. AKOESTIEK VAN EEN PLAATS BUITENSHUIS: STEDENBOUWKUNDIGE OPLOSSINGEN

10.2.1. Mogelijke acties

Om de akoestiek of de geluidsomgeving van een stadsmilieu aan te pakken, kunnen verschillende hulpmiddelen worden aangegrepen:

- ◆ aanpakken aan de bron;
- ◆ maatregelen op het vlak van de bestemming;
- ◆ maatregelen op het vlak van de opstelling van de gebouwen;
- ◆ materiaalkeuze;
- ◆ maskeereffect toepassen.

10.2.1.1. Het geluid aanpakken aan de bron

Als eerste oplossing om het straatlawaai te bestrijden, zijn er uiteraard de acties die mogelijk zijn op het niveau van de geluidsbronnen.

De volgende acties zijn denkbaar:

- ◆ de uitvoering van plaatselijke weginrichtingswerken (verkeersdrempels, verkeersplateaus, wegverleggingen enz.), en de invoering van zones met een speciaal statuut (zone 30, enz.) ;
- ◆ een verandering van wegdek kan meer of minder invloed hebben naargelang van de snelheden waarover het gaat.

Fiche 7 over de wegbedekkingen, fiche 8 over de plaatselijke weginrichtingswerken en fiche 9 over de gebieden met een speciaal statuut buigen zich specifiek over de acties die denkbaar zijn op het vlak van de geluidsbronnen.

10.2.1.2. Maatregelen op het vlak van de bestemming

Het toekennen van een gebied aan een bepaalde activiteit (industrie, handel, kantoor) of aan de woonfunctie, of aan een gemengdheid van functies, is uiteraard bepalend voor het type van geluid dat wordt voortgebracht door deze activiteiten en de geluidsomgeving van deze plaats.

Het verkeer (drukke, samenstelling) en de bebouwde omgeving (plaats, type en hoogte van de gebouwen: zie verder), allebei elementen die het geluid in de stad beïnvloeden, zijn immers afhankelijk van de voorgestelde bestemming.

10.2.1.3. Maatregelen op het vlak van de opstelling van de gebouwen

Het stadswefsel bevat allerhande obstakels, die het geluid afbuigen en/of doorlaten en het tegelijkertijd afzwakken. Door dit stadswefsel aan te passen, is het dus mogelijk de doorlatendheid van de zones te beïnvloeden en zo de buitenakoestiek te veranderen.

Door te spelen met de hindernissen kan men zich beschermen tegen de geluidsbronnen. Men kan bijvoorbeeld obstakels – huizen, fabrieken, muren, enz. - toevoegen, wegnemen of verplaatsen.

Ook bufferruimten kunnen nuttig zijn. Dit zijn de ruimten tussen een geluidsbron en een kalme plek. Portalen, bogen en dergelijke kunnen het geluid afbuigen of geleiden.



Figuur 9 : Kunstberg, aanwezigheid van portalen die een akoestische onderbreking creëren en het park een rustige sfeer verlenen

10.2.1.4. Materiaalkeuze

De elementen die deel uitmaken van het stadswefsel bezitten variabele weerkaatsende of absorberende akoestische kwaliteiten, afhankelijk van de gebruikte materialen.

Door in te spelen op de kwaliteit van deze materialen kan de geluidsomgeving van een site worden gewijzigd.

- ◆ Het gebruik van weerkaatsende materialen verbetert de waarneming van bepaalde geluiden.
- ◆ Door absorberende materialen te gebruiken op grote oppervlakten, kan men een gesloten stadswefsel opentrekken vanuit akoestisch oogpunt. De absorberende materialen verhinderen immers dat het geluid wordt weerkaatst en dus dat het geluidsniveau ervan wordt verhoogt door superpositie van het uitgestoten geluid en het weerkaatste geluid.

Het absorptievermogen van een materiaal wordt gedefinieerd door de absorptiecoëfficiënt van dit materiaal. Hoe beter een wand absorbeert, hoe minder hij weerkaatst, en omgekeerd.

Wanneer een geluidsgolf op een wand stuit, dan gaat deze wand de akoestische energie van de golf in mindere of meerdere mate absorberen.

De absorptiecoëfficiënt α bepaalt de hoeveelheid energie die wordt geabsorbeerd door een wand vergeleken met de hoeveelheid invallende energie.

$$\alpha = \frac{\text{Geabsorbeerde energie}}{\text{Invallende energie}}$$

Absorptiecoëfficiënt α		Type van materiaal
Volledig weerkaatsend	$\alpha = 1$	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Watervlak ◆ Betonplaat ◆ Metalen platen ◆ Gevernist hout ◆ Marmer
Halfweerkaatsend	$\alpha = 0.8$	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ongeschuurd en slecht aaneensluitend hout ◆ Regelmatige platte stenen ◆ Pleisterwerk ◆ Ruwe betonblokken ◆ Vloeren met een asfaltverharding
Halfabsorberend	$\alpha = 0.5$	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Niet aaneensluitend en ongeschuurd hout ◆ Grint, over de grond uitgestrooide korrelachtige materialen ◆ Aarden grond met gras
Absorberend	$\alpha = 0.3$	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Zeer onregelmatige natuurlijke bodem met een dichte plantengroei

Tabel 1 : absorptiecoëfficiënt en weerkaatsend vermogen van allerhande materialen

10.2.1.5. Het maskeereffect toepassen

Het achtergrondgeluid is het geluid dat ontstaat door vermenging van de verschillende geluiden die doorlopend aanwezig zijn op de bestudeerde plek. Op basis van dit geluid kan de geluidsomgeving van deze plek worden gedefinieerd.

Een geluid wordt gehoord op een plek wanneer voldaan is aan twee voorwaarden: het geluidsniveau moet hoger zijn dan de hoorbaarheidsdrempel en gelijk zijn aan of hoger dan het achtergrondgeluid. Sommige geluiden met een niveau dat iets lager is dan het achtergrondgeluid, kunnen eveneens worden waargenomen.

Een geluid is gemaskeerd wanneer het geluidsniveau 10 dB[A] lager is dan het geluidsniveau van een ander geluid dat tegelijkertijd wordt geproduceerd.

Dit verschijnsel werd reeds uitgelegd in fiche 1, waar de opeenstapeling van geluidsniveaus werd overwogen.

Dit houdt in dat een waarnemer, in de aanwezigheid van meerdere geluiden, een bepaald geluid slechts zal horen wanneer het geluidsniveau ervan ten minste 10 dB[A] hoger ligt dan het geluidsniveau van de andere geluidsbronnen. Dit geluid maskeert dan de andere geluiden.

Door de maskering toe te passen op het stadsweefsel, is het mogelijk een ongewenst geluid te onderdrukken door het achtergrondgeluid genoeg te verhogen opdat dit het bijgeruis overstemt.

Op dezelfde manier kan men, aan de hand van het maskeereffect, bepaalde aangenamere geluiden naar de voorgrond halen. Hiervoor worden bijvoorbeeld fonteinën gebruikt, die het achtergrondgeluid doen toenemen.

De maskering hangt af van de frequentie. Dit effect wordt het snelst bereikt in de lage frequenties aangezien het niveauverschil tussen het achtergrondgeluid en het bijgeruis klein moet zijn om het te verkrijgen.

Centrale frequentie van de octaven (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Verskil tussen het achtergrondgeluid en een parasietgeluid (dB)	2	6	9	12	13	13

Tabel 2 : Benaderende waarden van het niveauverschil tussen het achtergrondgeluid en een parasietgeluid volgens het frequentiespectrum om een maskeereffect te verkrijgen.

10.2.2. De buitenplekken in de stad

Het doel dat wordt nagestreefd in stedelijke openbare ruimten zoals parken, tuinen of pleinen, is dat geluiden die in het algemeen gedomineerd worden, naar de voorgrond worden gehaald. Dit kan worden bereikt door de gedomineerde geluiden op akoestisch vlak zodanig te bewerken dat zij hun geluidsdefinitie doorgeven aan de plaatsen waartoe zij behoren.

10.2.2.1. De parken en groene ruimten

De groene ruimten zijn plekjes in de stad waar men rust en kalmte kan vinden. Deze eigenschappen kunnen echter slechts worden bewaard indien deze groene ruimten worden beschermd tegen de geluiden van de wegen.

◆ Het maskeereffect toepassen:

Het gebruik van de beplantingen speelt een rol in de geluidsdefinitie van dergelijke ruimten.

De bomenschermen houden het geluid niet tegen, maar dragen wel bij tot de geluidsomgeving. De bomen waar de wind doorheen waait, maskeren hinderlijke geluiden door bij te dragen tot het achtergrondgeluid op die plaats.

Ook door fonteinën te plaatsen kan men bijdragen tot het achtergrondgeluid en dus ook andere geluiden maskeren.



Figuur 10 : Park van Brussel, de fontein maskeert het geluid van de weg die langs het park loopt

◆ Het gebruik van absorberende materialen:

De planten, struiken vormen geen afdoende bescherming tegen de voortplanting van het geluid. De grasperken hebben een minder sterk weerkaatsend vermogen dan een harde vloerbedekking, zoals straatverhardingen, en absorberen de geluidsenergie dus gedeeltelijk. De groene ruimten kunnen ook worden beschermd tegen lawaai door gebruik te maken van groene schermen, door ze op homogene wijze te omringen met gebouwen, of door te werken met de topografie van de site en er heuveltjes omheen aan te leggen.



Figuur 11 : Park van Brussel, waar heuveltjes werden aangelegd

10.2.2.2. Openbare ruimten en pleinen

Pleinen zijn kenmerkende plaatsen van een stad, het stadscentrum. Op het stadsplein vinden markten allerhande en uiteenlopende culturele activiteiten plaats. Deze ruimten verdienen te worden beschermd tegen het straatlawaai, zodat ze een eigen geluidsomgeving krijgen die aangepast is aan de activiteiten die er plaatsvinden.

◆ Invoering van bufferruimten:

Een geheel van gebouwen dat op homogene wijze rond het plein is opgetrokken, vervult de functie van geluidsscherm.

De diepte van de gebouwde gevels, portalen, binnenplaatsen, enz. en de bufferzones hebben een invloed op de voortplanting van het geluid en kan de geluidssfeer van het plein worden gedefinieerd.



Figuur 12 : Begijnenplein, het plein wordt omzoomd door een homogene gebouwenrij die voor een breuk zorgen tussen het stadsgeluid en de op het plein gecreëerde geluidsomgeving

◆ Ingrijpen aan de bron:

Men kan de bron van het lawaai op het plein aanpakken door verkeerstechnische maatregelen te nemen (plaatselijke herinrichting van de straten, zone 30, enz.) in de omgeving ervan.

Hiervoor verwijzen we de lezer naar fiches 8 en 9 van dit document.

10.2.2.3. De privé-tuinen

Het is essentieel dat de privé-stadstuinen worden beschermd, opdat ze hun rol van rustplaats zouden bewaren.

De voortplanting van het geluid kan gecontroleerd worden door:

- ◆ de muren van de afsluitingen;
- ◆ geluidsabsorberende materialen verwerken in de vloeren;
- ◆ ringmuren bestaand uit bijgebouwen, zoals garages;
- ◆ de modellering van het terrein door heuveltjes aan te leggen zo dicht mogelijk bij de bron;
- ◆ groene schermen (zie fiche 11).



Figuur 13 : Tuin in Brussel, met plantengroei en muren

10.3. LEVEN IN DE STAD: ARCHITECTURALE OPLOSSINGEN

10.3.1. Aanbevelingen met betrekking tot het straatlawaai

De geldende aanbevelingen aangaande het verkeerslawaai in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest beogen op lange termijn de aanbevelingen van de WGO, die de volgende maximale waarden aanraadt voor de equivalente geluidsdrumniveaus:

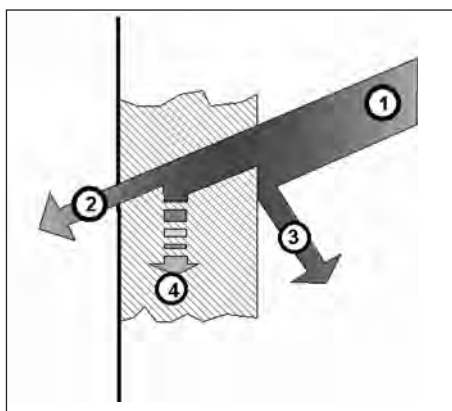
- ◆ $L_{Aeq} = 35 \text{ dB(A)}$ in huizen, klaslokalen en kleuterscholen;
- ◆ $L_{Aeq} = 30 \text{ dB(A)}$ in slaapkamers, rustkamers in kleuterscholen, ziekenzalen en -kamers.

Elk element dat deel uitmaakt van de gevel van de woning, geeft het geluid door van buiten naar binnen. De gevel moet deze geluidstransmissie tegengaan.

10.3.2. Geluidsisolatie – begrippen

10.3.2.1. Geluidstransmissie en geluidsisolatie

Een geluidsgolf die op een obstakel (1) stuit, zoals een wand, wordt weerkaatst (3), geabsorbeerd (4) en doorgegeven (2) doorheen het obstakel.



Men kan zich beschermen tegen geluiden door zich ervan af te sluiten, dus door de transmissie doorheen de wand te verminderen. Men heeft het dan over geluidsisolatie.

10.3.2.2. Verzwakkingsindex bij transmissie R

De geluidsverzwakkingsindex (R) - ook wel akoestische prestaties genoemd - van een wand bepaalt het geluidsisolerende vermogen ervan, d.w.z. zijn weerstand tegen geluid van buitenaf.

Mathematische modellen en laboratoriummetingen hebben geleid tot een vereenvoudigde formulering voor de raming van deze verzwakkingsindex: dit is de praktische massawet.

De efficiëntie van een wand voor geluidsisolatie is afhankelijk van de massa van de wand en van de frequentie van het geluid waarvan men zich wil afsluiten.

$$R = 13.3 \log (m * f) - 22.4 \quad (\text{dB})$$

waarbij m is de massa per oppervlakte-eenheid van de wand (kg/m^2);

f is de frequentie van het geluid (Hz).

Een verdubbeling van de massa van de wand leidt slechts tot een verhoging van de verzwakkingsindex bij transmissie met 4 dB. Het is dus niet verstandig de geluidsisolatie van een wand te verbeteren door hem alleen maar dikker te maken.

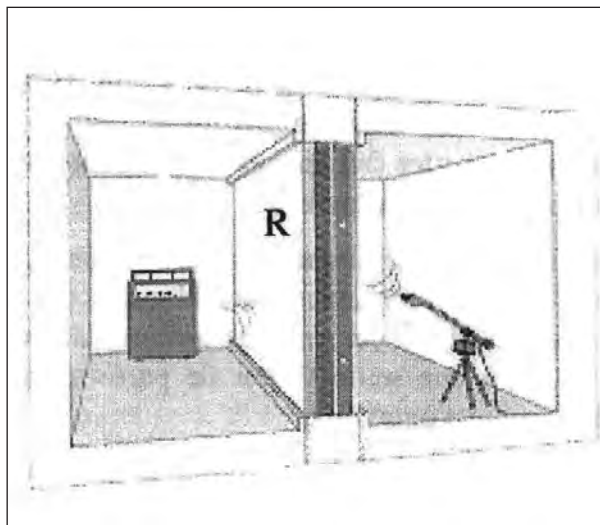
Voor een gevel die bestaat uit twee verschillende wanden, is de verzwakkingsindex afhankelijk van de verzwakkingsindex van elk van de wanden en van de oppervlakte van deze wanden.

$$R = 10 \log \frac{S_1 + S_2}{S_1 10^{-0.1R_1} + S_2 10^{-0.1R_2}} \text{ (dB)}$$

waarbij S_1 en S_2 de oppervlakten van de twee wanden zijn;

R_1 en R_2 de respectieve verzwakkingsindexen zijn.

Op de eerste plaats moeten de zwakste elementen (degene met een kleine R) van de gevel (deuren, ramen) worden versterkt.



Figuur 14 : De geluidsverzwakkingsindex R kenmerkt de wand

De verzwakkingsindex bij transmissie (R) van een wand definieert het geluidsisolerend vermogen ervan. De verzwakkingsindex bij transmissie voor het straatlawaai verkort R_{route} van een wand, definieert het geluidsisolerend vermogen ervan tegenover het straatlawaai.

We merken op dat er een andere definitie van de geluidsverzwakkingsindex bestaat, genoteerd R_w . Deze factor werd opgesteld op basis van een door de ISO 717-7 vooropgestelde referentiecurve. R en R_w zijn in het algemeen niet onderling gecorreleerd.

$$R_w = L_E - L_R + 10 \log \frac{S}{A} \text{ (dB)}$$

waarbij L_E is het geluidsniveau in het emissielokaal

L_R , het geluidsniveau in het ontvangstlokaal

S is de oppervlakte van de wand in m^2

A is het absorptievlak van het ontvangstlokaal in m^2 .

R_w uitgedrukt met de massawet wordt gedefinieerd als volgt:

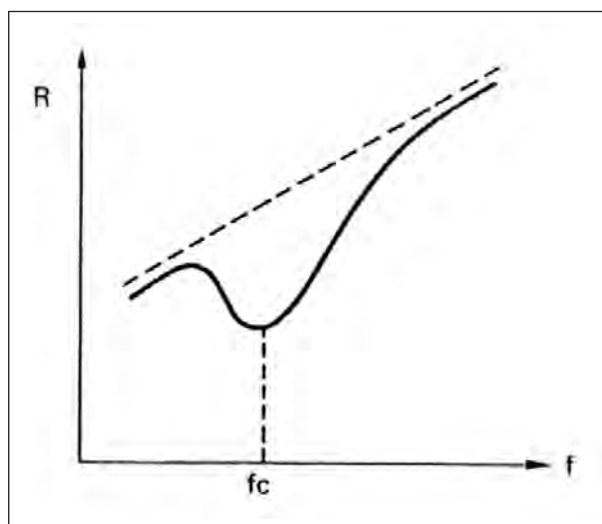
$$R_w = 13,3 \log (m \cdot f) - 22.6 \text{ (dB)}$$

10.3.2.3. Kritieke frequentie f_c

De massawet bewijst dat de geluidsverzwakking toeneemt wanneer de massa van de wand of de geluidsfrequentie toenemen.

Deze factor is echter eveneens afhankelijk van een andere parameter: de hardheid van de wand.

De enkele wand, rond bepaalde kritieke frequenties, straalt het geluid maximaal uit in het ontvangend milieu. De geluidsverzwakking is dus lager dan de massawet voorziet. De resonantie bij de kritieke frequenties leidt dus tot een vermindering van de geluidsefficiëntie van de wand. Deze performantievermindering wordt beperkt door de dempende werking van het materiaal. De kritieke frequentie varieert immers in tegengestelde zin als de dikte voor eenzelfde materiaal.



Figuur 15 : Voorstelling van de evolutie van R rondom de kritieke frequentie

Materiaal (1 cm dik)	Kritieke frequentie f_c (Hz)	Vermindering van het geluidsisolerend vermogen bij de kritieke frequentie (dB[A])
Beton	1800	8
Pleister	4000	8
Glas	1200	10
Staal	1200	10

Tabel 3 : Vermindering van de akoestische efficiëntie van de verschillende materialen bij hun kritieke frequentie.

10.3.2.4. De genormaliseerde geluidsisolatie D_n

De bruto geluidsisolatie D_b definieert het prestatievermogen van de wanden in hun context, m.a.w. op de reële site waar ze worden gebruikt. D_b definieert dus de efficiëntie in situ.

D_b is het verschil in geluidsniveau tussen een lokaal waar een geluidsbron werd geplaatst (emissie) en een ander lokaal (ontvangst).

$$D_b = L_1 - L_2 \quad (\text{dB[A]})$$

In het geval van een studie over het straatlawaai is L_1 het geluidsniveau ter hoogte van de gevel van een gebouw en L_2 het geluidsniveau in het ontvangstlokaal, beide uitgedrukt in decibel A.

Hoe meer weerkaatsing in een ontvangstlokaal, hoe hoger het geluidsniveau in dit lokaal.

Een geluid dat wordt voortgebracht door een geluidsbron in een lokaal, wordt gedeeltelijk weerkaatst door de wanden van het lokaal, wat dan teruggekaatste geluiden doet ontstaan.

De duur van de weerkaatsing van een lokaal komt overeen met de tijd die het geluid erover doet om zijn intensiteitsniveau te verminderen met 60 decibels na de verbreking van de emissie van de geluidsbron. Deze weerkaatsingsduur is afhankelijk van het volume van het lokaal en van de absorptie van de verschillende wanden.

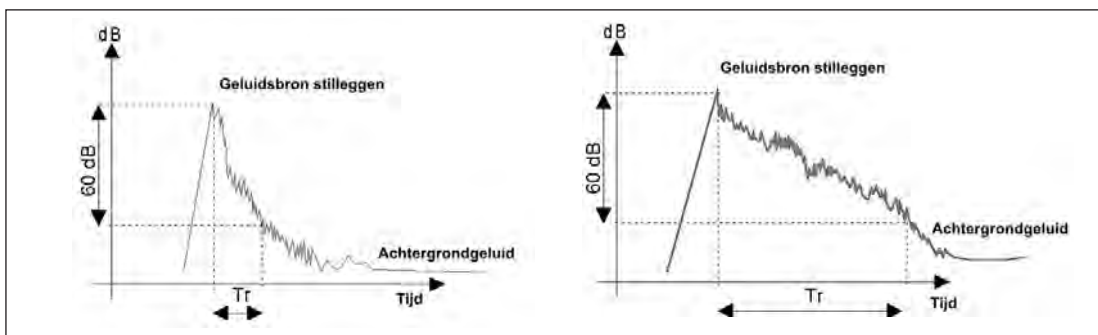
Een vereenvoudigde wet kon op empirische wijze worden bewezen.

$$T = 0.16 \frac{V}{A} \quad (\text{s}) \quad \text{Formule de Sabine}$$

waarbij A het equivalente absorptievlak is in m²

V het volume van het lokaal is in m³

T de weerkaatsingstijd is



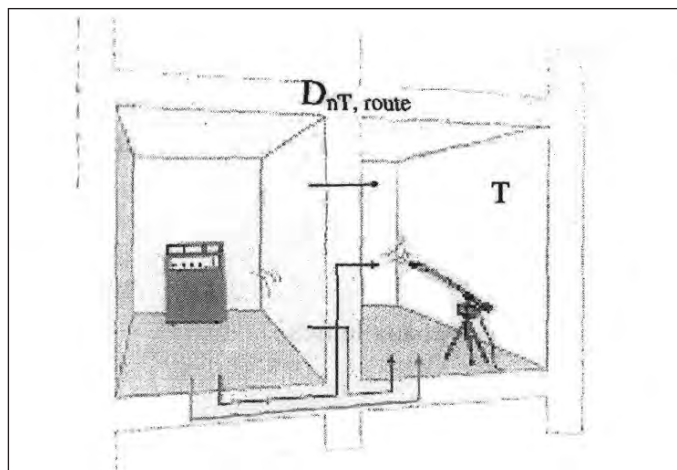
Figuur 16 : Meting van de weerkaatsingstijd in een weinig weerkaatsende en sterk weerkaatsende kamer

Voor normaal bemeubelde kamers wijzen de experimenten op een weerkaatsingsduur van 0.5 seconden bij alle frequenties. Deze duur definieert de referentieweerkaatsingsduur T₀.

Om de wanden te vergelijken, ongeacht het lokaal waarin ze zich bevinden, definieert men de genormaliseerde geluidsisolatie D_{nTroute} vergeleken met het straatlawaai. Dit is de bruto geluidsisolatie, gecorrigeerd door een parameter die rekening houdt met het weerkaatsende karakter van het ontvangstlokaal.

$$D_{nTroute} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{T}{0.5} \quad (\text{dB[A]})$$

De meting van D_{nTroute} is dus niet meer afhankelijk van het referentielokaal.



Figuur 17 : De genormaliseerde bruto geluidsisolatie D_{nTroute} kenmerkt de isolatie tussen twee lokalen

10.3.2.5. Relatie tussen D_n en R

Vanuit de hypothese van een diffuus veld, wanneer de beschouwde gevel geluiden ondergaat vanuit alle richtingen, waarbij eveneens wordt gesteld dat het veld diffuus is in het ontvangstlokaal en dat de absorptie heel zwak is, is de relatie tussen D_n en R de volgende:

$$D_n = R + 10 \log \frac{V}{S} - 5 \quad (\text{dB[A]})$$

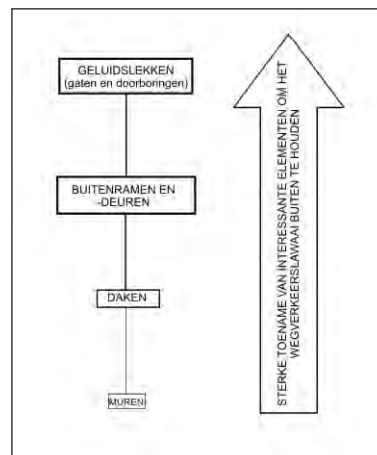
Bij één enkele incidentie van de geluidsstralen is D_n afhankelijk van een geluidsverzwakingsindex die in het laboratorium moet worden gemeten voor deze specifieke incidentie. De bovenstaande formule is ook niet van toepassing op een geluidsveld vlak boven de grond.

10.3.3. In de praktijk, in de woning

De materialen waarmee de woning is opgebouwd leveren niet alle dezelfde geluidsisolerende prestaties. Om de geluidsisolatie van een wand te verbeteren, moet eerst het isolerend vermogen van de zwakste punten worden verhoogd, om vervolgens steeds efficiëntere materialen aan te pakken om de verwachte doelstellingen op het vlak van isolatie te behalen.

In volgorde kijkt men dus naar:

- ◆ lekken van alle aard;
- ◆ ramen en deuren;
- ◆ daken;
- ◆ muren.

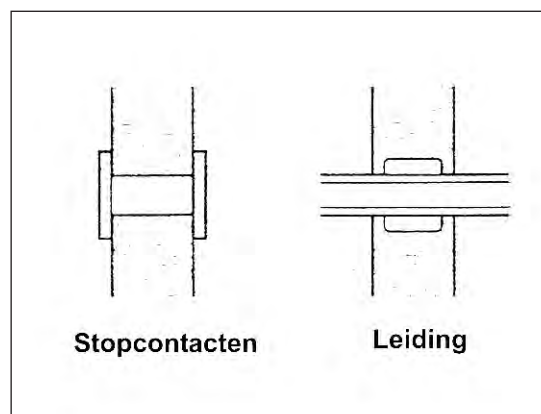


10.3.3.1. De geluidstekken

De geluidstekken zijn in het algemeen toe te schrijven aan gaten, doorboringen, schoorstenen, brievenbussen, ...

Er zijn drie grote oorzaken van lekken:

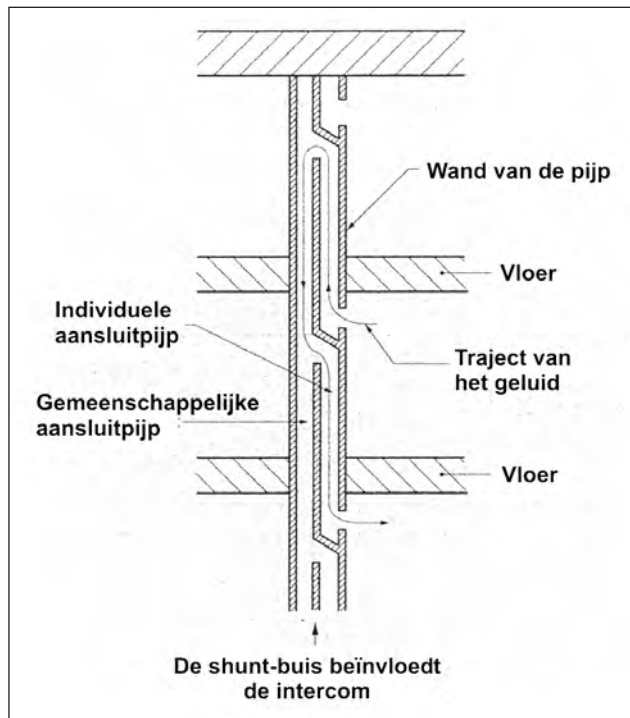
- ◆ gaten en doorboringen die moeten worden opgevuld, rekening houdend met hun eventuele functie als verluchtingsgat;



Figuur 18 : Gaten en doorboringen die geluidstekken meebrengen

- ◆ luchtopeningen en -kokers waarvoor er stille en aangepaste systemen bestaan;
- ◆ ingevoegde, weinig isolerende voorzieningen (brievenbussen en rolluikkasten) waarvoor er alternatieven bestaan (opbouwbriefbussen, geluidsisoleerde of tegen de gevel gemonteerde rolluikkasten).

De akoestisch behandelde luchtinlaatopeningen bestaan uit zigzagdoorgangen waarin de lucht circuleert, met aan alle kanten een geluidsabsorberend materiaal.



Figuur 19 : Specifieke leiding die een bepaald traject oplegt aan het geluid tussen twee lokalen boven elkaar

10.3.3.2. Ramen en buitendeuren

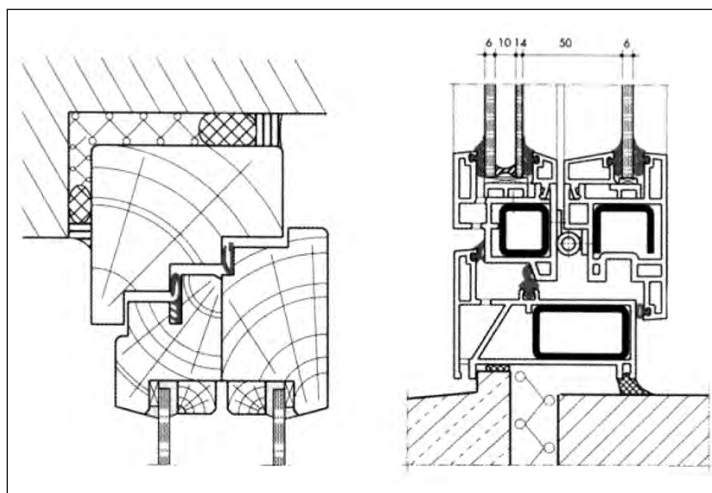
DE LIJSTEN

Het grote probleem met de ramen en deuren zijn de geluidstekken die hun lijstwerk meebrengt. Er zijn lekken tussen het openende gedeelte van het lijstwerk en het kozijn. De bestandheid van een lijst of van elke andere wand tegen het straatlawaai wordt gedefinieerd door de verzwakingsindex bij transmissie voor het straatlawaai R_{route} (zie hoger).

De geluidstekken zijn toe te schrijven aan:

- ◆ de aanwezigheid van slechts één sponning, het deel waartegen de venstervleugel steunt;
- ◆ het ontbreken van afdichtingen;
- ◆ de kromtrekking van de venstervleugel, aangezien bewerkt hout en PVC materialen zijn die verzakken.

Eenvoudige oplossingen zijn dan geboden, zoals het gebruik van lijsten met meerdere kozijnen (2 of 3), het toevoegen van afdichtingen en het gebruik van materialen die niet verzakken.



Figuur 20 : Dubbele lijst in hout en in kunststof

Ramen van PVC en aluminium zijn bestudeerd om niet te verzakken. Hiervoor worden steunpunten toegevoegd voor de venstervleugels en sluitsystemen op verschillende punten.

HET GLASWERK

Er zijn drie types van glaswerk: enkel glas, thermisch glas en akoestisch glas.

◆ Enkel glas:

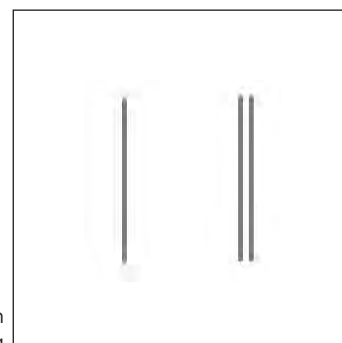
Dit heeft een variabele dikte. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt in de meeste gevallen een dikte van 3 mm gebruikt. De prestatie is beperkt tot $R_{route} = 27 \text{ dB(A)}$. De algemene prestatie van het raam kan worden verminderd doordat de lijsten ongeschikt zijn.

◆ Thermisch glas:

Dit bestaat uit twee glasruiten met dezelfde dikte die worden gescheiden door een laag lucht (vb.: 4-15-4).

We merken op dat dit type van glaswerk niet werd uitgevonden met het oog op geluidsisolatie.

Het is dan ook belangrijk te benadrukken dat thermisch glas van type 4-12-4 zo'n 6 dB[A] minder efficiënt is dan enkel glas van 8 mm dik.



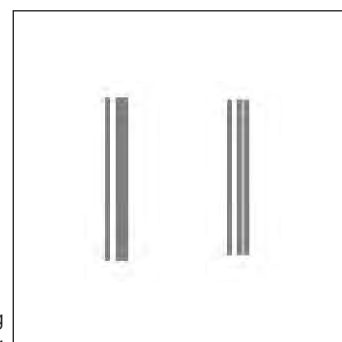
Figuur 21 : Voorstelling van enkele beglazing en thermische dubbele beglazing

◆ Akoestische beglazing :

Dit is glaswerk dat speciaal werd bestudeerd voor geluidsisolatie. Het gaat om een asymmetrische dubbele beglazing.

We vermelden:

- 8-12-5 met een prestatievermogen $R_{route} = 32 \text{ dB(A)}$
- 10-15-6 met een prestatievermogen $R_{route} = 34 \text{ dB(A)}$
- 6-12-66,2, waarbij de tweede ruit van het dubbel glas gelaagd is met 2 stukken glasfolie van elk 6 mm dik, met prestatievermogen $R_{route} 36 \text{ dB(A)}$



Figuur 22 : Voorstelling van een akoestische beglazing en een gelaagde akoestische beglazing

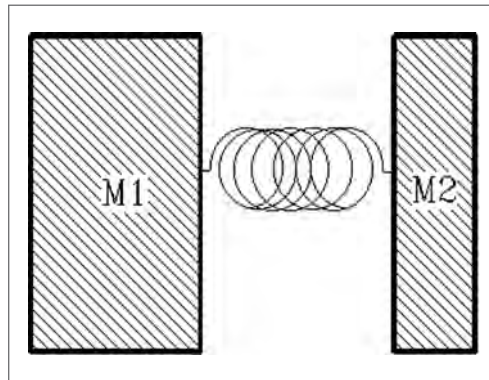
Bij de aankoop van glaswerk dient men het proces-verbaal van het R_{route} -prestatievermogen te vragen.

Afhankelijk van het type van beglazing schommelt de R_{route} tussen 27 en 36 dB(A).

Het geniet de voorkeur dat het dubbel glas bestaat uit 2 ruiten met verschillende dikte. Dit komt doordat het glas kritieke frequenties bezit. Bij deze frequenties wordt de transmissie van geluidsenergie door het glas verhoogd en de geluidsisolatie verminderd in een frequentiedomein dat grenst aan deze kritieke frequenties.

Deze kritieke frequenties komen overeen met de verschillende manieren om het glas te exciteren. Deze excitatiewijzen zijn toe te schrijven aan de trilling op dezelfde frequentie van alle punten waaruit het raam bestaat.

De luchtmasse in de dubbele beglazing vormt een elastische verbinding die werkt als een veer tussen twee massa's. Het zo samengestelde systeem heeft een eigen frequentie, de frequentie massa-lucht-massa.



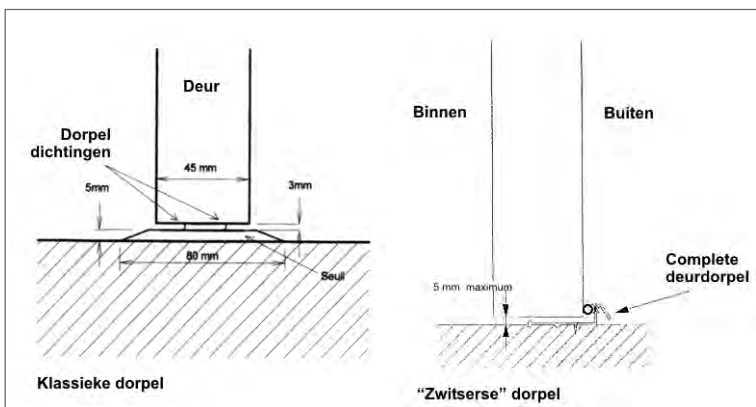
Figuur 23 : Elastische verbinding tussen twee massa's die overeenkomt met de situatie van de dubbele beglazing

Het resultaat is dat een isolerende beglazing die bestaat uit twee ruimten met dezelfde dikte, en dus dezelfde eigenschappen, geen goed geluidsisolerend vermogen heeft. Indien men de geluidsisolatie als doel vooropstelt, is het dus beter dat het dubbel glas bestaat uit twee ruiten met een verschillende dikte.

De dikte van de luchtspleet tussen de twee ruiten heeft slechts weinig belang vanuit een akoestisch oogpunt. Laboratoriummetingen hebben een winst van 1 dB[A] aangetoond bij toename van de dikte van de luchtspleet van 6 mm tot 12 mm. Indien de luchtspleet meer dan 12 mm dik is, brengt dit problemen mee op het vlak van de verwarming van de lucht, wat na verloop van tijd het isolerend glas aantast.

DE DEURBLADEN

Er bestaan deuren met een R_{route} -prestatievermogen van 30 tot 45 dB[A]. Deze prestaties zijn maximaal voor deuren met slaglijsten of een drempel.



Figuur 24 : Verschillende types van drempel

10.3.3.3. De daken

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er in hoofdzaak drie types van daken:

- ◆ het hellend dak met bewoonde zolder;

Het belangrijkste probleem van de geluidsisolatie van de hellende daken met bewoonde zolder is een gebrek aan dichtheid van de pannen en leien. Om de geluidsisolatie te verbeteren, moet daarom worden gekeken naar de materialen onder de bekleding, waarbij moet worden gelet op het eventuele probleem van overbelasting wat vaak ontstaat bij toevoeging van materialen.

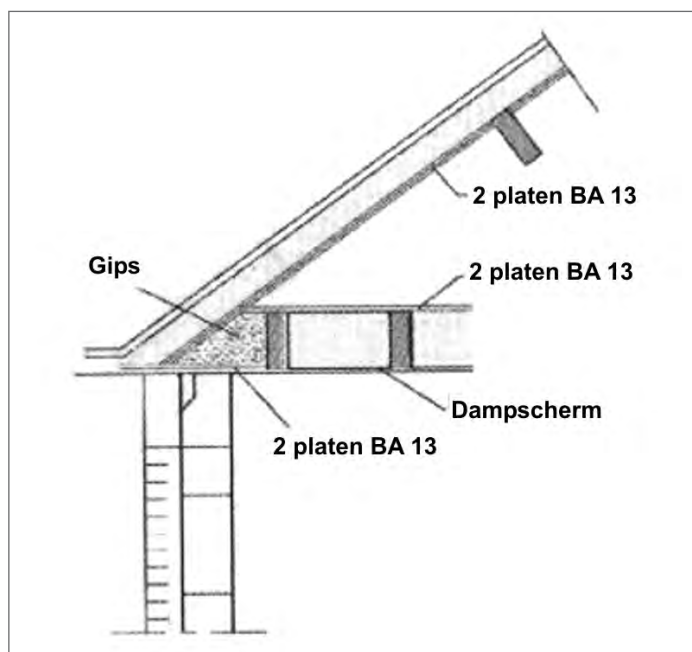
De oplossing ligt dan in de plaatsing van materialen onder de bekleding zoals isolerende materialen of agglomeraten.

Beschrijving van enkele interessante types van isolerende dakgehelen, van de naar het dak gerichte kant tot de naar binnen gekeerde kant.

Isolerend dakgeheel	R _{route} (dB[A])
Agglomeraat met een dikte van 18 mm + Holle ruimte van 50 mm + Minerale wol van 100 mm + Dampscherm + Twee gipsplaten van het type BA 13	45
Twee agglomeraten van 22 mm + Holle ruimte van 50 mm + Minerale wol van 100 mm + Twee agglomeraten van 22 mm	45
Twee agglomeraten van 18 mm + Holle ruimte van 50 mm + Minerale wol van 150 mm + Dampscherm + Een gipsplaat van het type BA 13	47
Twee agglomeraten van 18 mm + Holle ruimte van 50 mm + Minerale wol van 150 mm + Dampscherm + Twee gipsplaten van het type BA 13	50

- ◆ het hellend dak met onbewoonde zolder;

Hoewel bij dit daktype de zolderruimte niet bewoond is, kan het dak de voortplanting van geluiden naar andere vertrekken van het huis bevorderen. Dit kan op twee manieren worden voorkomen, m.a.w. ofwel de zolderruimte beschouwen als zijnde bewoond en de dakschilden bekleden met geluidsisolerende materialen, ofwel de raakvlakken tussen de zolderruimte en de rest van de woning voorzien van een geluidsisolatie, zonder het toegangsluik - een bron van geluidlekken - te vergeten.



Figuur 25 : Geluidsisolatie van daken met onbewoonde zolderruimte

Men kan ook overwegen een zelfdragend metalen dakgeheel te plaatsen

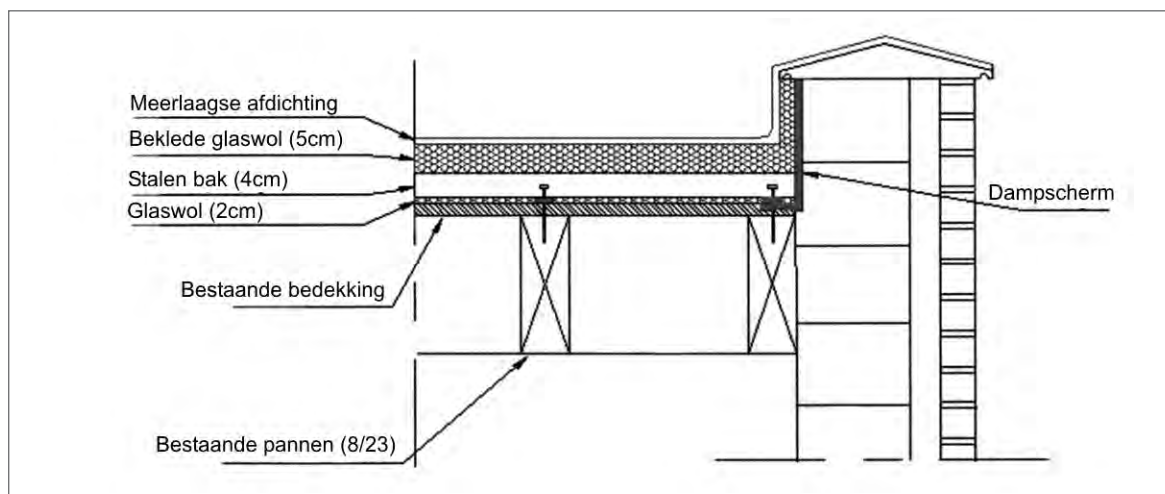
- ◆ een plat dak;

Er bestaan oplossingen voor platte daken.

Beschrijving van enkele types van platte daken en hun geluidsisolerend vermogen:

Licht dak	R_{route} (dB[A])
Enkele roofing op een agglomeraat zonder geluidsisolatie	20
Enkele roofing op een agglomeraat van 18 mm dik + een holle ruimte van 200 mm + een gipsplaat	28
Enkele roofing op een agglomeraat van 18 mm dik + minerale wol van 100 mm + een gipsplaat	36
Zwaar dak	R_{route} (dB[A])
Enkele roofing op een betonplaat van 15 cm	42
Enkele roofing op een betonplaat van 15 cm + minerale wol van 60 mm + een gipsplaat	46
Geïsoleerd dak met een verlies van de effectieve hoogte van de kamer	R_{route} (dB[A])
Twee gipsplaten van 13 mm + minerale wol van 100 mm + twee gipsplaten van 13 mm	51
Enkele roofing op een agglomeraat van 18 mm + holle ruimte van 50 mm + minerale wol van 100 mm + twee gipsplaten van 15 mm	54

We kunnen ook kijken ingrijpen op het niveau van het plafond van de woning door een verlaagd plafond te plaatsen. Het plaatsen van een stalen dak is een nog radicalere oplossing om de geluidsisolatie te verbeteren. De R_{route} schommelt dan tussen de 40 en 47 dB[A] en kan oplopen tot 70 dB[A].



Figuur 26 : Geluidsisolatie van de platte daken

10.3.3.4. Gevelmuren

De muren vormen de beste geluidsisolatie van de gevels.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bestaan er drie types van muren: de lichte, de volle en de dubbele muren.

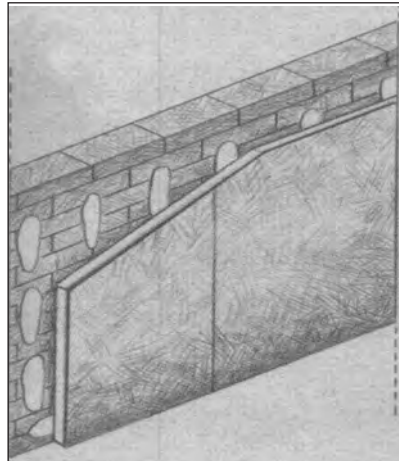
- ◆ De lichte muren bestaan uit hout, wol, gipsplaten.
- ◆ De volle muren bestaan uit bakstenen van 26 tot 50 cm dik.
- ◆ De dubbele muren bestaan uit gevelstenen, minerale wol en beton.

De geluidsprestaties van deze verschillende muren schommelen tussen 39 en 55 dB(A).

De muren vereisen in het algemeen geen versterking aangezien ze voldoende zwaar zijn. Er bestaan evenwel verschillende oplossingen voor de geluidsisolatie van een muur.

Werken aan de muur	In de praktijk	Bijdrage aan de verzwakkings-index bij transmissie (dB[A])
De spouw tussen 2 wanden opvullen	Opvullen met glaswol	3
Plaatsen van een buitenisolatie	Op de buitenmuur een kunststof kunststofcoating aanbrengen of een licht dagvlak ertegen optrekken	3 à 4
Aanbrengen van een bekleding met bakstenen	Aan de buitenzijde een bekleding van baksteen met luchtspouw optrekken	10 à 15
Plaatsen van een bekledingsgeheel	Aan de buitenzijde rotswolpanelen ertegen lijmen en opvoegen	32 à 35
Plaatsing van een bekleding op een raamwerk	Bekleding in gips- of houtplaten, bevestigd op een metalen of houten raamwerk, los van de te bekleden wand. De holle ruimte wordt opgevuld met minerale vezels	35 à 40

Als de muren licht zijn, kan men ze aanpassen. Als men van plan is dergelijke muren dikker te maken, moet men eerst nagaan of de onderliggende structuur deze extra belasting kan dragen. Als dat niet het geval is, kan men opteren voor meervoudige wanden (wanden met een luchtsponw).



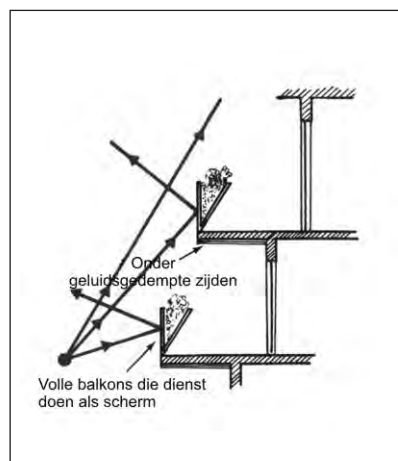
Figuur 27 : Aanbrengen van een bekledingsgeheel op een lichte muur

10.3.3.5. Profiel van de gevels

De gevel vervult de rol van grens tussen een ruimte die sterk is blootgesteld aan het geluid en een ruimte waarin het geluid zachter wordt waargenomen. De gevel moet de geluidstransmissies tegengaan.

Om geluidsoverlast tegen te gaan, zou men kunnen overwegen de configuratie van de gevels te wijzigen en nieuwe uitkragende volumes te voorzien, zoals balkons, loggia's, galerijen e.d.

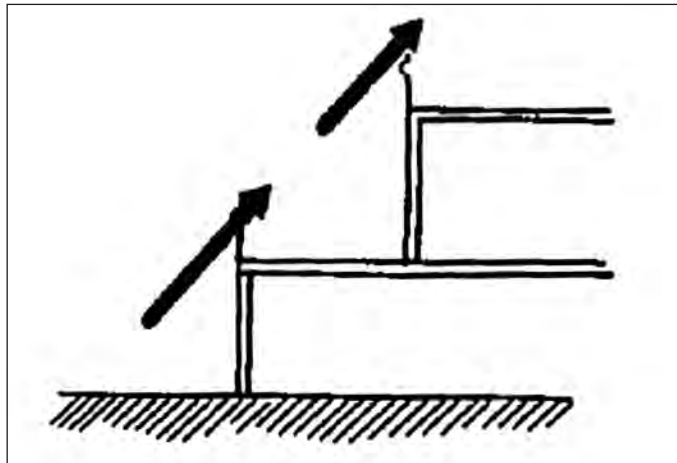
Om de efficiëntie van deze bufferruimten te verhogen, moeten de juiste materialen worden gekozen (absorberende voor de boven- en de ondervlakken).



Figuur 28 : De balkons weerkaatsen de invallende geluidsgolven voordat ze doordringen in de woningen

Een andere oplossing om het geluid buiten te houden, bestaat erin dat men een bijzondere aandacht gaat besteden aan de organisatie van de kamers in de woning. Waarom zou men de leefruimten (keuken, badkamer, woonkamer) of de bergruimten niet aan de blootgestelde gevel onderbrengen.

Een andere architecturale oplossing die moet worden overwogen, is het attiekeffect, m.a.w. de achteruitbouw van de wand van de gevel.



Figuur 29 : attiekeffect

10.3.3.6. Problemen die inherent verbonden zijn aan de geluidsisolatie

Bij geluidsisolatie van een woning moet men opletten met twee problemen die worden veroorzaakt door isolatie:

- ◆ de verluchting van de geluiddicht gemaakte ruimten;
- ◆ betere hoorbaarheid van geluiden uit aanpalende ruimten.

10.3.3.6.1. De verluchting van de geluiddicht gemaakte lokalen

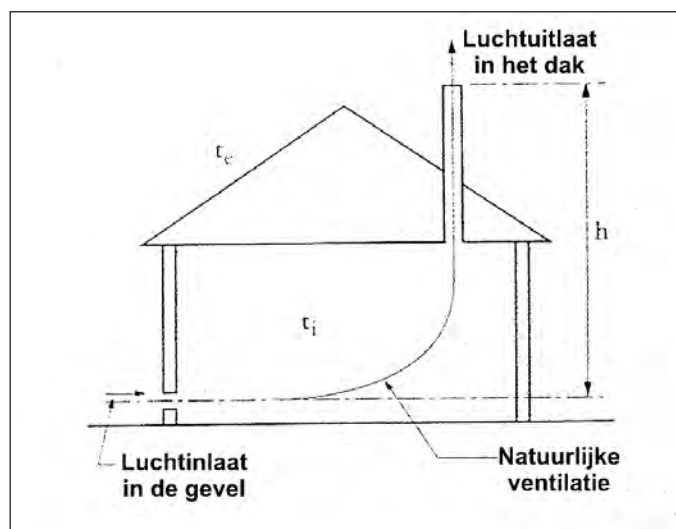
In de kamers van een woning is een goede verluchting noodzakelijk om de vervuilde lucht te verversen en condensatieproblemen te vermijden.

In het algemeen gebeurt de verluchting langs de ineenlopingpunten tussen de lokalen en de buitenkant, die ook bijdragen tot een afname van de geluidsisolatie in het lokaal.

Er bestaan drie oplossingen om de problematiek van de verluchting aan te pakken, met behoud van de geluidsprestaties van een plaats:

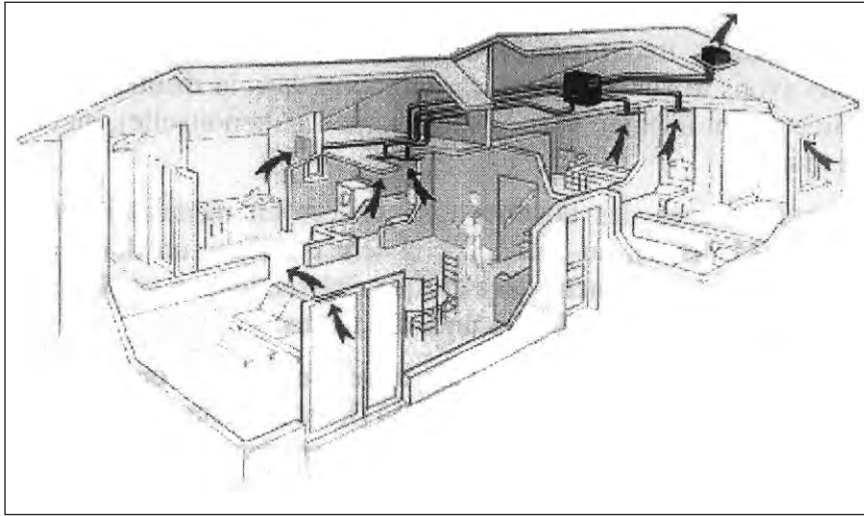
- ◆ Natuurlijke verluchting enkele stroom: geluiddichte luchtopening in de gevel of op het dak met een natuurlijke luchtcirculatie door de stroom die ontstaat door de aanwezigheid van een schoorsteen.

De natuurlijke verluchting is toe te schrijven aan het schoorsteeneffect dat wordt veroorzaakt door de wind en de thermische trek (aanzetdruk in verhouding tot het temperatuurverschil tussen binnen en buiten en tot de trekhoogte).



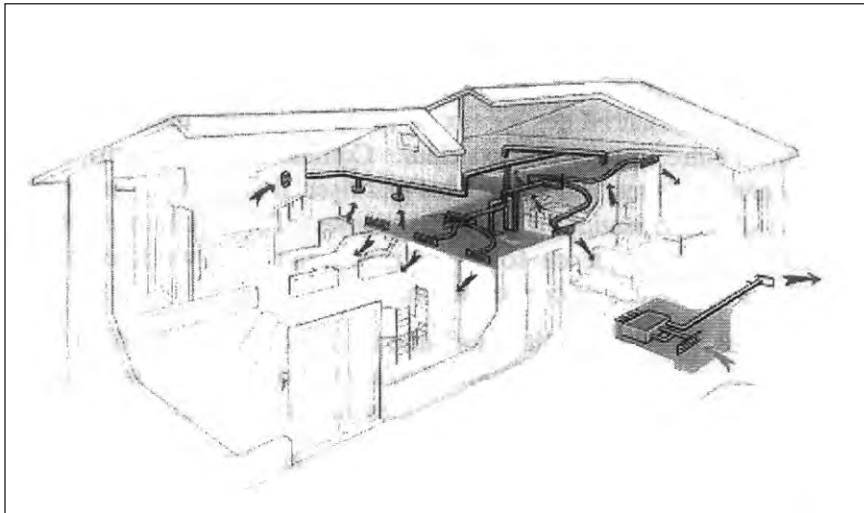
Figuur 30 : Natuurlijke verluchting door schoorsteeneffect

- ◆ Gemotoriseerde verluchting enkele stroom: geluiddichte luchtopening die wordt gebruikt met een gemotoriseerde verluchting om de luchtwisseling binnen/buiten te verbeteren.



Figuur 31 : Gemotoriseerde verluchting enkele stroom

- ◆ Gemotoriseerde dubbele verluchting: toevoer van verse lucht en afzuiging van vervuilde lucht door een verluchttingscentrale, zodat geen luchtopeningen meer nodig zijn.

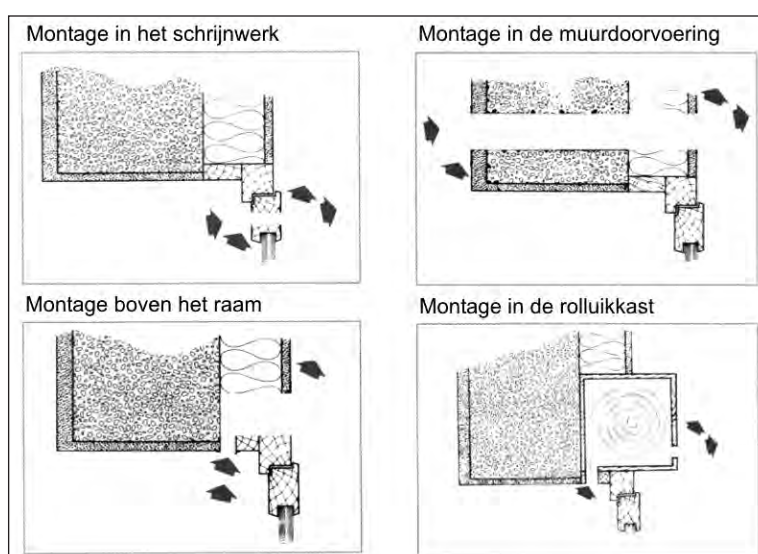


Figuur 32 : Gemotoriseerde verluchting dubbele stroom

Denkbare verluchtingssystemen, van minst efficiënte tot de meest efficiënte:

Installatie	Type van stroom
Eenvoudig lijstwerk met geluiddichte luchtopening in houtwerk	enkele stroom
Eenvoudig lijstwerk met geluiddichte luchtopening doorheen de muur	enkele stroom
Eenvoudig lijstwerk zonder luchtopening	dubbele stroom
Dubbel lijstwerk met geluiddichte luchtopening "kop aan staart" in elke lijst	enkele stroom
Dubbel lijstwerk en een gemotoriseerde verluchting	dubbele stroom

De geluiddichte luchtopeningen zijn aangebracht in het houtwerk in de lijsten of in de muur.



Figuur 33 : Illustratie van verschillende uitvoeringswijzen van verluchtingsmonden

10.3.3.6.2. Betere hoorbaarheid van geluiden uit aanpalende ruimten

Hierbij dient een belangrijke opmerking te worden gemaakt: wanneer de isolatie van een buitengevel wordt verhoogd, leidt dit tot een vermindering van het omgevingsgeluid binnen in de woning.

Het omgevingsgeluid in de woning kan dan worden herleid tot een geluidsniveau dat niet langer volstaat om het eventuele lawaai van de burens te maskeren.

De bewoner kan hinder ondervinden van verschillende types van geluid:

- ◆ Luchtgeluiden, geluiden die worden doorgegeven door een geluidsbron in de lucht, zoals een gesprek;
- ◆ Impactgeluiden, of geluiden veroorzaakt door schokken op wanden, zoals van voetstappen;
- ◆ De geluiden van de gemeenschappelijke (verluchting, verwarming enz.) of individuele uitrustingen (stofzuiger, televisie, muziekinstallatie enz.).

A. Transmissie van het luchtgeluid

Wanneer geluidsgolven op een wand stuiten die veel zwaarder is dan de trillende lucht, worden ze weerkaatst naar de bron. Een groot deel van de akoestische energie wordt weerkaatst op de wand. Deze laatste begint echter te trillen onder invloed van de overdruk en de onderdruk van de geluidsgolven. De wand trilt, vervormt en absorbeert een deel van de geluidsenergie. De trillingen van de wand worden doorgege-

ven aan de lucht die daarop begint te slingeren rond een evenwichtspositie. Het geluid wordt langs directe weg doorgegeven naar de andere kant van de wand.

Aan de andere kant van de wand tracht men het fenomeen van de transmissie te verminderen om de isolatie tussen het emissiemilieu en het immisnivea te verhogen.

De isolatie voor het luchtgeluid moet rekening houden met drie types van transmissies:

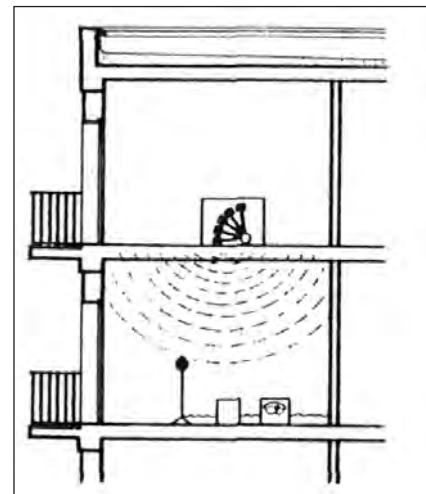
- ◆ De directe transmissies door scheidingswanden;
- ◆ De laterale transmissies door wanden die verbonden zijn met de scheidingswanden;
- ◆ De parasitaire transmissies langs zwakke plekken zoals gaten of openingen.

B. Transmissie van het impactgeluid

De meting van de geluidsimpactniveaus gebeurt met behulp van een genormaliseerde schokmachine (norm NBN S01-005 en 006).

De impactgeluiden worden gekenmerkt door de kracht die wordt doorgegeven aan het materiaal waarop wordt geklopt en door de trillingssnelheid ervan, waarbij een geluidsuitstraling in het aanpalende lokaal wordt geproduceerd.

Het impactgeluid wordt direct en lateraal doorgegeven. De transmissie langs de scheidingswanden is toe te schrijven aan het fysieke verschijnsel van de mechanische excitatie door het laten trillen bij de emissie van het impactgeluid en de geluidsuitstraling in het ontvangstlokaal. De transmissie langs de laterale wanden is toe te schrijven aan het laten trillen van deze wanden door de voortplanting van de trillingsgolf op de verbindingpunten van de wanden.

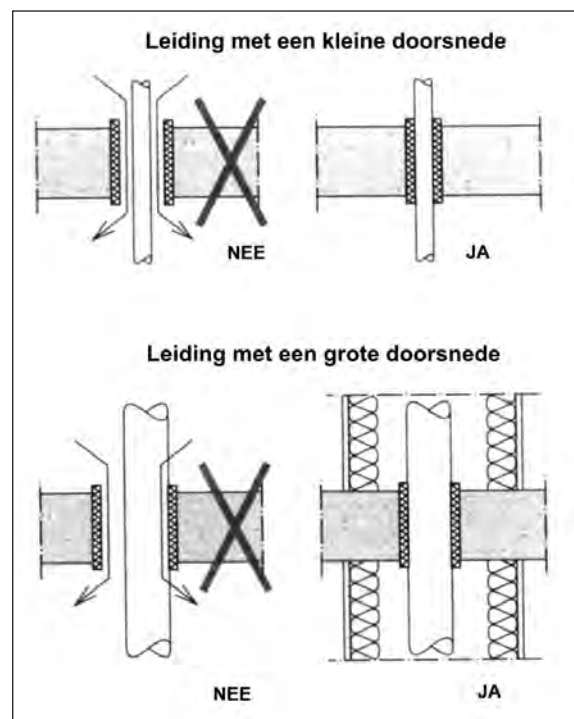


Figuur 34 : geluidsmeting: genormaliseerde schokmachine

Om deze geluiden te verzachten, kunnen we de transmissie wijzigen door in te werken op de geluidsisolatie van de wanden, de bodembekleding, teneinde het impactgeluid te absorberen.

C. Transmissie van het geluid van de collectieve uitrustingen

De geluiden van de collectieve uitrustingen zoals de leidingen, de luchtopeningen, enz., worden doorgegeven door een gebrek aan homogeniteit van de scheidingswand, door gebreken zoals gaten, stopcontacten, ...



Figuur 35 : Voorbeeld van geluiden voortgebracht door individuele of collectieve uitrustingen

10.3.4. Kostenraming

Een door het BIM uitgevoerd onderzoek van 58 woningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft een aantal conclusies opgeleverd over de verbeteringswerken die kunnen worden overwogen om de geluidsisolatie van deze woningen tegen straatlawaai te verbeteren.

Voor dit onderzoek werden woningen gekozen die een representatief beeld geven van de woonsituatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De gebouwen in kwestie werden gebouwd in verschillende perioden, zodat voor sommige bouwtechnieken werden gebruikt die geen rekening hielden met de geluidsisolatie.

Ter informatie: de WGO raadt voor het verkeerslawaai de volgende grenswaarden aan in gebouwen:

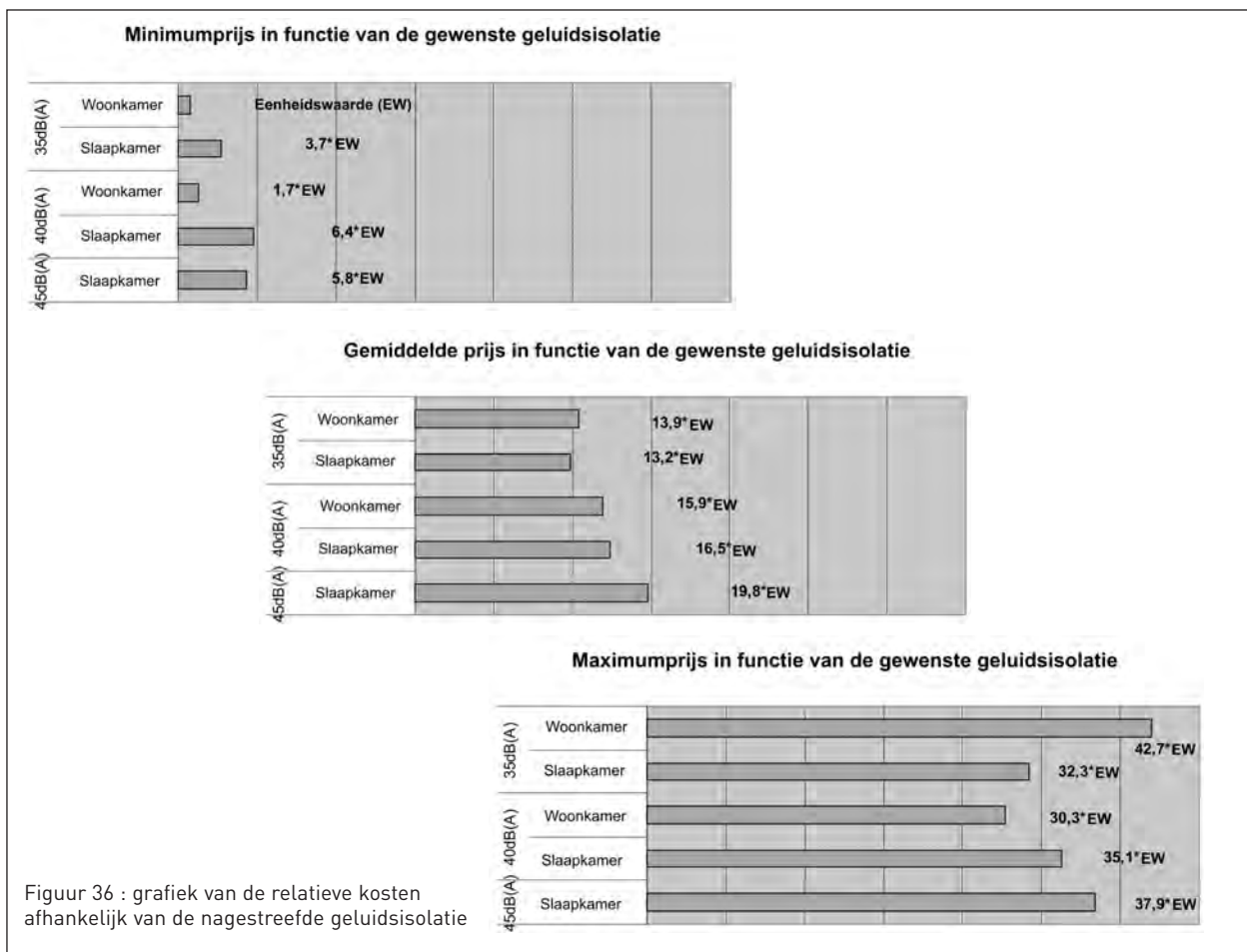
- ◆ $L_{Aeq} = 30 \text{ dB[A]}$ voor de rustkamers
- ◆ $L_{Aeq} = 35 \text{ dB[A]}$ voor de woonkamers

10.3.4.1. Comparatieve kosten

Een raming van de kosten van de verbetering van de geluidsisolatie van de bestudeerde woningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, wordt hierna uiteengezet voor de drie doelstellingen van genormaliseerde geluidsisolatie $D_{nTroute} = 35 \text{ dB[A]}$, $D_{nTroute} = 40 \text{ dB[A]}$ en $D_{nTroute} = 45 \text{ dB[A]}$.

Drie types van kosten worden overwogen voor elke doelstelling:

- ◆ minimumkosten, of de kosten die nodig zijn voor de versterking van de openingen in de blootgestelde gevel: ramen, beglazing, verluchting;
- ◆ gemiddelde kosten, of de kosten die nodig zijn voor de versterking van andere elementen van het gebouw dan de vensters;
- ◆ maximumkosten, of de kosten die nodig zijn voor de totale versterking van de blootgestelde gevel.



Een volledige versterking van een gevel van een woning kan 43 keer duurder zijn dan een aanpassing van het raamwerk en de beglazing voor eenzelfde nagestreefde isolatie. Uit de studie blijkt dat goede geluids-isolerende maatregelen zich eerst en vooral moeten concentreren op de ruiten en ramen, wat financieel het interessantst is.

10.3.4.2. Premies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden premies toegekend voor de geluidsisolatie van gevels van woningen die blootgesteld zijn aan straatlawaai. De eigenaars van de woningen kunnen deze premies aanvragen indien hun woning gelegen is langs de Linten voor Akoestische Interventie die zijn vastgelegd in het koninklijk besluit van 13 juni 2002 en indien de woning beantwoordt aan bepaalde voorwaarden (gebouw daterend van voor 1945, enz.).

De volgende werken komen in aanmerking voor premies voor verbetering van de geluidsisolatie van de woning:

Eenzijds:

- ◆ de herstelling, versteviging of vervanging van bestaande rolluikkasten;
- ◆ de afsluiting of vervanging van de brievenbussen of openingen in de gevel, waarbij de natuurlijke ventilatie van de vertrekken wordt gewaarborgd.

De premies die worden toegekend voor dit type van werken, lopen op tot 2.300 EUR per woning.

Anderzijds:

- ◆ de plaatsing van een dubbele geluidsisolerende beglazing;
- ◆ de vervanging of aanpassing van bestaande raamkaders en buitendeuren, met inbegrip van hun bijhorende verluchtingssystemen.

De premies die worden toegekend voor deze werken, belopen 300 euro per uitgevoerde m².

Gebieden voor akoestische interventie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest:

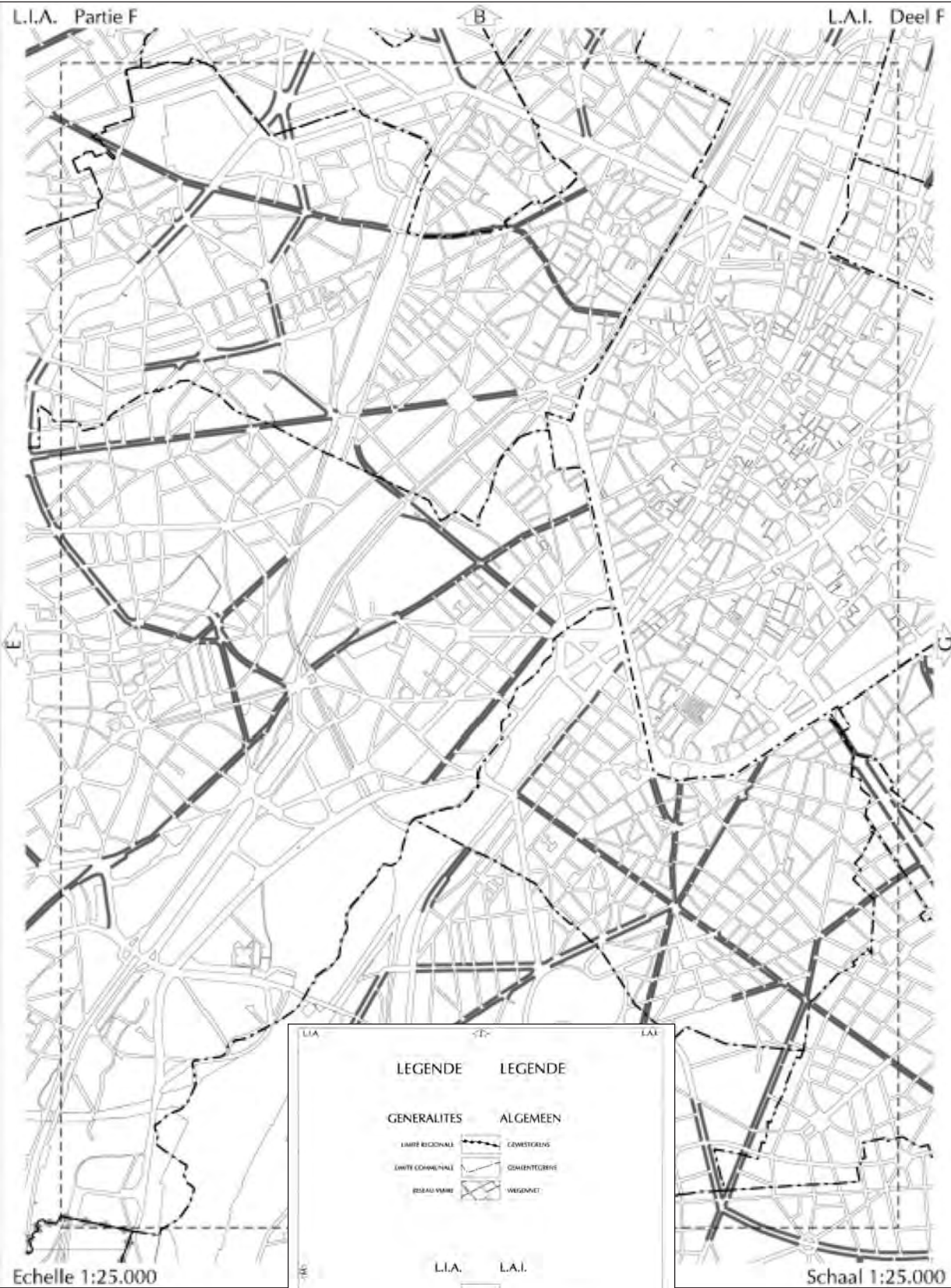
Een volledig plan van het gebied voor akoestische interventie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad (25-06-2002).

Hieronder vindt u een voorbeeld, het voorgestelde gebied is gebied F.

L.A.I = linten voor akoestische interventie.

L.I.A. Partie F

L.A.I. Deel F



Echelle 1:25.000

Schaal 1:25.000

LEGENDE		LEGENDE													
GENERALITES		ALGEMEEN													
LIMITE REGIONALE		EGWSTERKING													
LIMITE COMMUNALE		GHENEGTEGEBIE													
ESBAU WARE		WEGNET													
L.I.A.		L.A.I.													
TABLEAU D'ASSEMBLAGE		BLADINDELING													
<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>F</td> <td>G</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>J</td> <td>K</td> <td>L</td> </tr> </table>				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	B	C	D												
E	F	G	H												
I	J	K	L												

10.4 REFERENTIES

- ◆ Bruit et formes urbaines, Propagation du bruit routier dans les tissus urbains, CETUR, Parijs (1981)
- ◆ Le bruit dans la ville, Avis et rapport du conseil économique et social, Journal officiel de la république française (1998)
- ◆ Normes et techniques d'isolation acoustique des bâtiments d'habitation, A-Tech/AGORA, BIM (2001)
- ◆ Qualisound Référentiel de Formation, Edsi, Namen (2001)
- ◆ Amélioration de l'isolation acoustique des façades, CETUR, Parijs (sept 2003)
- ◆ Belgisch Staatsblad (25-06-2002): Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de toekenning van premies voor de renovatie van het woonmilieu (13-06-2002)
- ◆ Belgisch Staatsblad (25-06-2002) : Ministerieel besluit betreffende de regels voor de toepassing van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de toekenning van premies voor renovatie van het woonmilieu (13-06-2002)