

# Wat doet een warme jas voor geluid?

**Vaak wordt gedacht dat maatregelen voor een goede thermische isolatie ook de geluidwering verbeteren. Op het eerste gezicht wel, maar als je even verder kijkt, dan ligt dat toch genuanceerder.**

Door: Suzanne Dijs, Marc Burgmeijer en Theodoor Höngens

## Over de auteurs:

Ing. M. Burgmeijer, ing. S. Dijs en ir. Th. Höngens zijn senior adviseur bij M+P raadgevende ingenieurs

## INLEIDING

Om energie te besparen in gebouwen kunnen verschillende middelen worden ingezet. Vaak wordt uitgegaan van de trias energetica. Deze beschrijft dat om energie te besparen, er aan drie knoppen kan worden gedraaid en dat er een voorkeurvolgorde is voor maatregelen. Het verbeteren van de efficiency van de technische installaties zoals CV en ventilatie is belangrijk, net als de keuze voor een gunstige energiebron. Maar belangrijker nog, begonnen moet worden met het verbeteren van de thermische isolatie. Met een warme jas om een gebouw en het dichten van kieren en naden verlies je nu eenmaal minder energie. Deze thermische maatregelen hebben effect op de geluidwering van een woning. En dat kan zowel positief als negatief zijn oftewel minder positief dan gedacht.

## GELUIDISOLATIE IN PERSPECTIEF

De mate van isolatie van woningen is in de loop van de tijd stevig toegenomen en zal wellicht nog wel verder toenemen. Aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw bij invoering van de Woningwet werden er voor het eerst prestatie-eisen gesteld aan de gebouwkwaliteit. Thermische isolatie was daar geen onderdeel van. Vanaf de invoering van de model bouwverordening door VNG in 1965 komt thermische isolatie in beeld. Met de invoering van het Bouwbesluit in 1992 worden de eisen stevig opgevoerd. Sindsdien is de aandacht voor de thermische isolatie en energieprestatie alsnog toegenomen. De eisen in het Bouwbesluit zijn steeds strenger geworden. In de onderstaande tabel I is een globaal overzicht van de wettelijke eisen en gebruikelijke bouwwijze opgenomen vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw (deels gebaseerd op ISSO 82.1). In figuur 2 zijn foto's van rijwoningen voor verschillende bouwperiodes opgenomen.

Buiten de thermische isolatie van de verschillende gebouwonderdelen zien we dat de raamopeningen tot in de jaren '80 alsnog groter geworden zijn. Wie kent niet de doorzonwoningen in rijen met nagenoeg kamerbrede ramen in de voorgevel, zowel in de woonkamer op de begane grond als bij de slaapkamers op de verdieping. Door de invoering van de energieprestatie-eisen is naast de eis voor de thermische isolatie, het energiegebruik uitgangspunt geworden voor gebouwen. Dit leidt er de afgelopen jaren weer toe dat raamoppervlakken kleiner worden, omdat ramen een belangrijk deel van het energieverlies veroorzaken. Niet al-

leen omdat hierdoor warmte verdwijnt, maar zeker ook omdat in de zomermaanden er door overmatige zoninstraling zelfs koeling nodig is om woningen leefbaar te houden.

## MATERIALISATIE

### gevel

Waar de dichte gevel traditioneel wordt opgebouwd uit een (relatief zware) gemetselde spouwmuur met spouwisolatie zien we steeds vaker lichte bouwsystemen. Enerzijds vanwege de hoge thermische eisen waarvoor dikke pakketten isolatie nodig zijn en anderzijds vanwege het hernieuwbare karakter, de snelle bouwwijze en fabrieksmatige productie. Dit betekent dat de geluidisolatie van de dichte gevel ingrijpend wijzigt en daarmee ook mede bepalend wordt voor de totale geluidwering van de gevel. De verwachting is dat deze trend naar lichtere bouwsystemen zal doorzetten.

Door de kleinere massa van lichte bouwsystemen is de geluidisolatie aanzienlijk lager. De toepassing van een buigslappe gipsbeplating aan de binnenzijde heeft daarentegen een positief effect. Dit is ook het geval voor de vaak, omwille van de thermische isolatie, puntsgewijs verbonden buitengevel. Het isolatiemateriaal heeft ook een belangrijke invloed. Toepassing van een hardschuim als thermische isolatie, vaak het geval vanwege de thermische eigenschappen, levert geen geluidabsorptie in de spouw. Dit leidt tot een verminderde geluidisolatie en mogelijk een scherpe dip op in het geluidsisolatiespectrum rondom de massa-veer-resonantie (laagfrequent) en voor de spouwresonanties (hoogfrequent). Als met het hardschuim een sandwichpaneel of dragende constructie wordt opgebouwd ontstaat een lichte stijve constructie (zie ook figuur 1) die geluid efficiënt afstraalt en daarmee beperkt is in de geluidisolatie. Toepassing van een thermisch wol (mineraalwol, vlaswol of cellulosevlokken) in de spouw heeft een positieve invloed op de geluidisolatie.

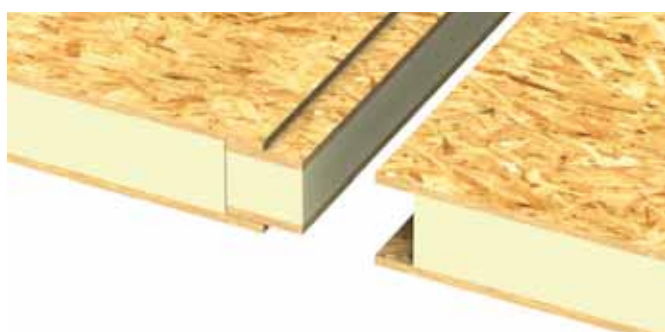
Onderstaand is de ingeschatte geluidisolatie opgenomen voor drie verschillende geveltypen, uitgaande van het meest gebruikte wegverkeerspectrum.

- steenachtige spouwmuur (met of zonder thermische isolatie):  $R_{A,tr} = 50$  dB
- houtskeldebouw met mineraalwol:  $R_{A,tr} = 33$  dB
- houtskeldebouw met hardschuim:  $R_{A,tr} = 29$  dB

De geluidisolatie is met name bij houtskeldebouw sterk afhankelijk van de massa, spouwdiepte en het gebruikte isolatiemateriaal. Genoemd zijn algemeen gebruikte minimum waarden voor de geluidisolatie.

TABEL 1: OVERZICHT EISEN THERMISCHE ISOLATIE WONINGEN

periode	wettelijke eis	gebruikelijke bouwwijze gevel en dak
tot jaren 1920	geen eis	<ul style="list-style-type: none"> <li>steens metselwerk gevel</li> <li>houten kozijnen met enkelglas</li> <li>ventilatie met raam</li> <li>houten dakbeschot met pannen</li> </ul>
1920 - 1965	geen eis	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemetselde spouwmuur</li> <li>houten kozijnen met enkelglas</li> <li>ventilatie met (klep)raam</li> <li>houten dakbeschot met pannen</li> </ul>
1965 - 1975	gevel: 0,43 m <sup>2</sup> K/W ramen: - dak: 0,86 m <sup>2</sup> K/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemetselde spouwmuur met thermische isolatie</li> <li>houten kozijnen met dubbelglas (in verwarmde vertrekken)</li> <li>ventilatie met (klep)raam en roosters, mechanische afvoer</li> <li>thermisch geïsoleerd pannendak</li> <li>matige kierdichting</li> </ul>
1975-1983	gevel: 1,30 m <sup>2</sup> K/W ramen: dubbel glas bij woonvertrek dak: 1,30 m <sup>2</sup> K/W	idem
1983-1988	gevel: 1,3 m <sup>2</sup> K/W ramen: dubbel glas bij woonvertrek dak: 1,3 m <sup>2</sup> K/W	idem
1988-1992	gevel: 2,0 m <sup>2</sup> K/W ramen: dubbel glas bij woonvertrek dak: 1,3 m <sup>2</sup> K/W	idem
1992 – 2012	gevel: 2,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 4,2 W/m <sup>2</sup> K dak: 2,5 m <sup>2</sup> K/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemetselde spouwmuur met thermische isolatie</li> <li>houten kozijnen met HR en HR+ dubbelglas</li> <li>ventilatioorosters en mechanische afzuiging / balansventilatie</li> <li>thermisch geïsoleerd pannendak</li> <li>enkele kierdichting</li> </ul>
2012 - 2014	gevel: 3,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 2,2 W/m <sup>2</sup> K dak: 3,5 m <sup>2</sup> K/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemetselde spouwmuur met thermische isolatie</li> <li>houten kozijnen met HR ++ dubbelglas</li> <li>balansventilatie/ventilatioorosters en mechanische afzuiging, vaak met CO<sub>2</sub>-sturing</li> <li>thermisch geïsoleerd pannendak</li> <li>goede kier- en naaddichting</li> </ul>
2014	gevel: 3,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 1,65 W/m <sup>2</sup> K dak: 3,5 m <sup>2</sup> K/W	idem
2015-heden	gevel: 4,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 1,65 W/m <sup>2</sup> K dak: 6,0 m <sup>2</sup> K/W	idem
Toekomst 1 (traditioneel)	BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen, inschatting) gevel: 5,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 1,1 W/m <sup>2</sup> K dak: 7 m <sup>2</sup> K/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemetselde spouwmuur met thermische isolatie</li> <li>aluminium en kunststof kozijnen met drievoudig glas</li> <li>balansventilatie met CO<sub>2</sub>-sturing</li> <li>thermisch geïsoleerd pannendak</li> <li>zeer goede kier- en naaddichting</li> </ul>
Toekomst 2 (lichter duurzaam bouwen)	BENG (inschatting) gevel: 5,5 m <sup>2</sup> K/W ramen: 1,1 W/m <sup>2</sup> K dak: 7 m <sup>2</sup> K/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>lichte dragende houten gevelconstructie met thermische isolatie</li> <li>aluminium en kunststof kozijnen met drievoudig glas</li> <li>balansventilatie met CO<sub>2</sub>-sturing</li> <li>sedum dak / zonnepanelendak met thermische isolatie</li> <li>zeer goede kier- en naaddichting</li> </ul>



FIGUUR 1: GEÏSOLEERDE CONSTRUCTIEPANELEN (KINGSPAN TEK BOUWSYSTEEM \*\*\*)

### kozijnen en ramen

De traditionele kozijnen met standaard thermisch isolatieglas worden langzaam vervangen door kozijnen met HR++ glas of triple-glazing. Deze beglazingen lijken op het eerste gezicht voor wat betreft de geluidisolatie vergelijkbaar. Bij triple-glas wordt vaak verondersteld dat deze een betere geluidisolatie heeft, er zijn immers drie ruiten en niet twee. Maar niets is minder waar. Bij een verkeerde keuze heeft een triple-glazing een lagere geluidisolatie dan standaard dubbel glas. De oorzaak zit hem in de toepassing van twee gelijke spouwdiepten en dunne gelijke glasbladen. Als gevolg daarvan zit er een dip in het geluidisolatiespectrum vanwege de spouwresonantie en door de coïncidentie van het glas.



JAREN 1920-1930



JAREN 1930-1940



JAREN 1950-1960



JAREN 1960-1970



JAREN 1970-1980



JAREN 1980-2010



JAREN 2010-2020

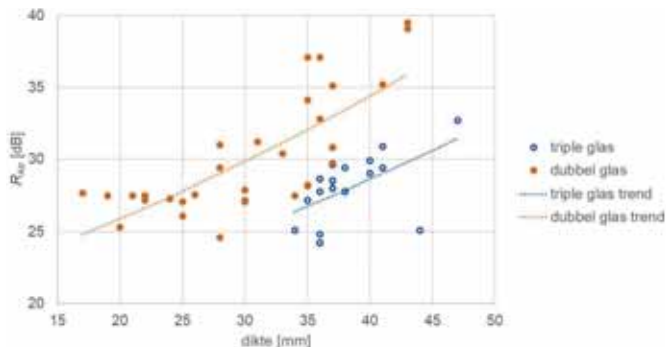


JAREN 2020- \*)

FIGUUR 2: OVERZICHT VAN GEVELS UIT VERSCHILLENDE BOUWPERIODEN (BRON: JOHAN BROUWER FOTOGRAFIE)

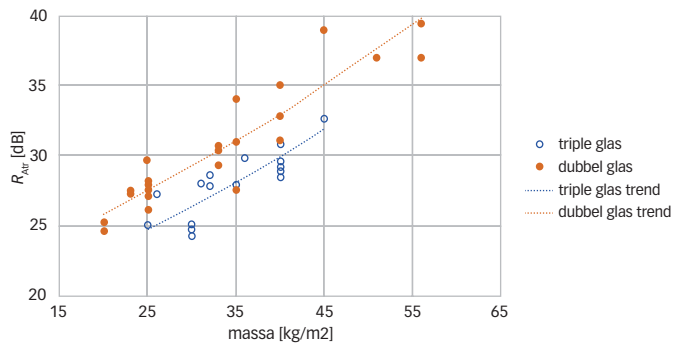
Onderstaand een voorbeeld, gebaseerd op laboratoriummeetwaarden van fabrikanten, rekening houdende met een wegverkeers-spectrum en 1,5 dB marge voor gebruik als praktijkwaarde.

- enkelglas 5 mm:  $R_{A,tr} = 27,6$  dB
- HR+-beglazing: 4-16-5 mm:  $R_{A,tr} = 27,8$  dB
- triple-glazing standaard: 4-12-4-12-4 mm:  $R_{A,tr} = 24,2$  dB
- triple glazing geluidsisolerend: 6-12-4-12-4 mm:  $R_{A,tr} = 27,8$  dB



GRAFIK 1: VERHOUDING GELUIDISOLATIE VAN TRIPLE- EN DUBBELGLAS IN VERHOUDING TOT GLASDIKTE

Het is in het algemeen te stellen dat bij eenzelfde dikte van het glaspakket een dubbel glas een hogere geluidisolatie heeft dan een triple-glazing. De onderstaande grafiek 1 met daarin een trendanalyse van verschillende opbouwen dubbel glas en triple glas laat dit zien. Het effect is gemiddeld 5 dB. Ook in verhouding met de totale massa van het glaspakket levert triple-glazing een lagere geluidisolatie dan dubbel glas. Uit de trendanalyse in grafiek 2 blijkt een verschil van circa 3 dB bij dezelfde massa.



GRAFIK 2: VERHOUDING GELUIDISOLATIE VAN TRIPLE- EN DUBBELGLAS IN VERHOUDING TOT MASSA

Vanwege de luchtdichtheidseisen voor nieuwe gebouwen hebben moderne kozijnen een prima kierdichting. Om deze te kunnen behalen zijn de kierdichtingsprofielen in de loop van de tijd geëvolueerd. Daar waar voorheen standaard een kierterm van circa 30 dB werd gehanteerd met een eenvoudig lipprofiel (en vroeger vóór de kierdichtingsprofielen 20 tot 25 dB) kan nu veilig worden uitgegaan van een kierterm van 40 dB of beter. Er wordt daarvoor vaak uitgegaan van dichtingsprofielen die in de hoeken zijn gelast en zijn vaak opgebouwd met een holle ruimte. Daarnaast zijn de materialen verbeterd.

### dak

Kijkend naar het dak zien we een trend dat deze steeds vaker wordt uitgevoerd in een sandwich-constructie met een hardschuimisolatie. Dit om de grote overspanningen, in combinatie met de benodigde thermische isolatie-eis te kunnen combineren. Dergelijke constructies hebben een beperkte geluidisolatie door het ontbreken van massa en spouwabsorptie en vanwege de grote stijfheid. De geluidisolatie is nauwelijks beter dan die van een traditioneel houten dak met pannen zonder isolatie. In vergelijking met een dak met mineraalwol als isolatiemateriaal zijn de verschillen 3 dB tot 6 dB. Daar komt nog bij dat de zware pannendaken meer en meer worden vervangen door relatief lichte zonnepanelen (PVE) die direct op het dak worden bevestigd. Je ziet steeds minder nieuwbouwwoningen met een volledig dak van dakpannen.

### ventilatie

Maatgevend voor de geluidwering van een gevel is doorgaans de ventilatie-opening. Die is in essentie een 'open verbinding' tussen binnen en buiten. Door de hoge energieprestatie-eisen is het vaak niet meer mogelijk om een natuurlijke luchttoevoer toe te passen. Het merendeel van de woningen wordt met een volledig mechanische ventilatie uitgerust met daarin een warmteterugwinning. Deze zorgt ervoor dat de opgewarmde lucht die uit de woning wordt gezogen, de koude buitenlucht opwarmt, waardoor er minder verwarmingsenergie verloren gaat. Het ontbreken van een ventilatierooster in de gevel van iedere verblijfsruimte levert een verhoogde geluidwering op. Vaak is het effect circa 5 dB.

### totaal

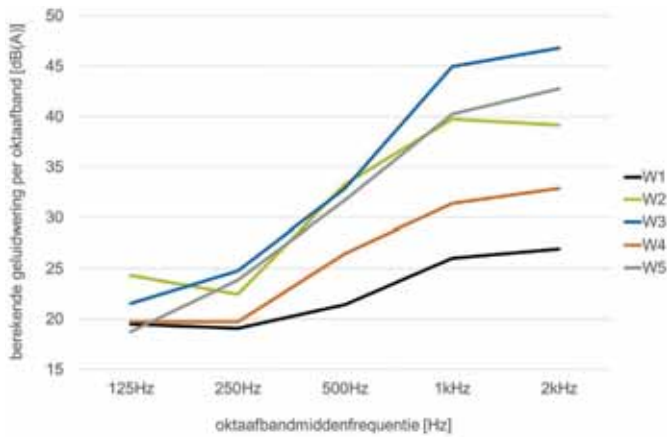
Om de som van de bovengenoemde effecten te kunnen beoordelen, moet de geluidwering van een gevel als geheel worden beschouwd. Onderstaand is dat gedaan voor twee woonvertrekken op basis van berekeningen volgens de NPR5272. Uitgegaan is van een woonkamer aan een gevel en een slaapkamer onder een kapconstructie. Daarbij is uitgegaan van twee varianten één met een traditionele bouw met een zware gemetselde gevel en één met een houtskeletbouw met mineraalwol als thermische isolatie. Er is rekening gehouden met de verschillen die we zien voor de verschillende bouwperiodes. De eerste variant is in beide gevallen een traditionele opbouw die tot circa 2000 gangbaar was. De overige varianten betreffen de meest voorkomende huidige bouwwijze. Verder is rekening gehouden met het kleiner worden van de raamoppervlakken.

Uit de berekeningen is duidelijk dat door de energiemaatregelen de geluidisolatie vaak beter is dan bij de gevelopbouw, zoals we die jaren lang gewend waren. Dit wordt met name veroorzaakt door de afwezigheid van een voorziening voor permanente ventilatie.

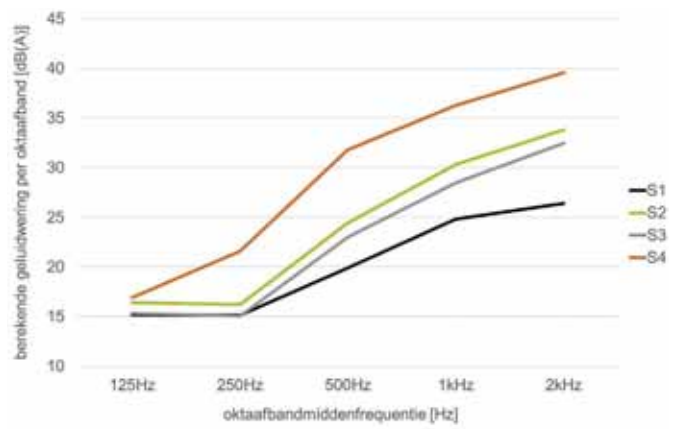
Naast de ééngetalswaarde voor de karakteristieke geluidwering is ook wijziging in de spectruminhoud van de geluidwering bepaald met voorgaande varianten. In de onderstaande grafieken 3 en 4 zijn daarvan de resultaten afgebeeld. Het effect van de gevelopbouw is in de lagere oktaafbanden van 125 en 250 Hz relatief klein: tot circa 5 dB. In de hogere oktaafbanden is het effect veel groter en loopt op tot circa 20 dB. Voor de berekeningen van de slaapkamer die onder het dak is gelegen zijn de verschillen wat kleiner, maar de trend is hetzelfde.

Al met al kan worden gesteld dat de laagfrequente geluidisolatie relatief is afgenomen en daarmee belangrijker wordt in de beleving van buitengeluid. Als daarbij het effect van bron- of overdrachtsmaatregelen worden opgeteld, waardoor er meer laagfrequent geluid in de buitenomgeving is, kan dit leiden tot meer klachten over laagfrequent geluid.

variant	gevel/dakconstructie	beglazing	% glas	ventilatie	kier- en naaddichting	karakteristieke geluidwering, $G_{A,k}$ [dB(A)]
woonkamer						
W1	gemetseld spouwmuur	dubbel glas 28 dB	45%	rooster	40 dB	21
W2	gemetseld spouwmuur	dubbel glas 28 dB	45%	balans	40 dB	29
W3	gemetseld spouwmuur	triple glas 28 dB	35%	balans	50 dB	29
W4	HSB met hardschuim isolatie	triple glas 25 dB	35%	balans	50 dB	24
W5	HSB met mineraalwol isolatie	triple glas 28 dB	35%	balans	50 dB	28
slaapkamer						
S1	pannendak met hardschuim dakplaten	dubbel glas 28 dB	12%	rooster	40 dB	21
S2	pannendak met hardschuim dakplaten	dubbel glas 28 dB	12%	balans	40 dB	24
S3	dak hardschuim dakplaten en geïntegreerde PV panelen	triple glas 25 dB	8%	balans	50 dB	22
S4	pannendak met mineraalwol in dakplaten	triple glas 28 dB	8%	balans	50 dB	28



GRAFIEK 3: BEREKENDE GELUIDWERING VOOR VERSCHILLENDE VARIANTEN WOONKAMER



GRAFIEK 4: BEREKENDE GELUIDWERING VOOR VERSCHILLENDE VARIANTEN SLAAPKAMER

### GEVOLGEN EN AANDACHTSPUNTEN

De energietransitie heeft tot gevolg dat de geluidswering van woningen beter zal worden dan we gewend zijn bij traditionele woningen. De oorzaak is met name het gebruik van een volledige mechanische ventilatie, waardoor een ventilatierooster ontbreekt. Een tweede oorzaak is het kleiner worden van de ramen.

Door de almaar zwaarder wordende thermische eisen is het gebruik van triple glazing inmiddels gemeengoed en zien we een trend naar steeds lichter bouwen. Beide kunnen leiden tot een verminderde geluidswering. Bij triple glazing komt dat door de toepassing van gelijke spouwruimten en dun glas. Bij de lichte bouwsystemen is het gebruik van hardschuim isolatie daar debet aan.

Zoals we hebben kunnen zien is de geluidswering met name midden en hoogfrequent aanzienlijk toegenomen. Ofwel geluid met een laagfrequent karakter dringt relatief goed de woning binnen en wordt daarmee meer dominant. Dit kan ertoe leiden dat geluid van buiten, en zeker als dat bijvoorbeeld een snelweg op af-

stand achter een geluidscherm betreft, tot laagfrequente geluidshinder leidt ondanks de overall betere geluidsisolatie. Aandacht voor laagfrequent geluid in beleid en regelgeving is ons inziens dan ook op zijn plaats.

Rekening houdende met de verbeterde geluidswering is buitengeluid minder goed hoorbaar in woningen. Op zich lijkt dat positief, maar het kan leiden tot een verminderde sociale controle. Je bent daardoor immers slechter in contact met de wereld buiten. Het kan er ook toe leiden dat geluid uit aanpandige buurwoningen minder wordt gemaskeerd en eerder tot hinder leidt. Zeker met de hoge hinderscores van burengeluid in het achterhoofd een belangrijk aandachtspunt. Wellicht wordt het tijd daar rekening mee te houden en onze eisen voor de lucht- en contactgeluidsisolatie bij te stellen.

### VERANTWOORDING FOTO'S:

eigen bezit M+P, uitgezonderd:

\*) toestemming van Johan Brouwer

\*\*\*) toestemming van Kingspan