

Akoestische isolatie in houtskeletwoningen

Naast de snelheid van uitvoering biedt het gebruik van een houtskelet nog tal van andere voordelen, zoals het beperkte gewicht op de funderingen, thermische isolatie, ...

Dit artikel geeft de resultaten van een meetcampagne die tot doel had de geluidsisolatiewaarden te achterhalen en stelt enkele concrete oplossingen voor om een bevredigend akoestisch comfort te verkrijgen, zowel ten opzichte van geluiden van buitenaf als binnengeluiden.

TEKST : MANUEL VAN DAMME, ING., PROJECTLEIDER, AFDELING BOUWFYSICA EN BINNENKLIMAAT, WTCB

Hoewel houtskeletconstructies doorgaans bestemd zijn voor gebruik als eengezinswoningen – waar de akoestiek binnenin minder belangrijk is – kunnen de voorgestelde isolatieprincipes eveneens toegepast worden op scheidingswanden in huizen waar een vrij beroep uitgeoefend wordt, op wanden die een speelkamer scheiden van een slaapkamer, op wanden die een kinderkamer scheiden van een woonkamer, ..., kortweg op ruimten waar de akoestische isolatie niet te verwaarlozen is.

Optimalisering van de wandopbouw

Uitgaande van de analyse van de meetresultaten kan men twee benaderingen voorstellen voor de verbetering van de geluidsisolatie van wanden in een houtskeletwoning.

De eerste benadering bestaat erin de akoestische isolatie van de wanden zoveel mogelijk te verbeteren, zonder echter onhaalbare prestaties te willen bereiken. Deze benadering zou men voor alle houtskeletwoningen kunnen overwegen, zonder grote meerkost, en wordt dan ook reeds door bepaalde bouwfirma's toegepast.

Om een akoestische isolatie van bij benadering 40 dB te bereiken, dient men op de volgende aspecten te letten :

- men moet platen met een voldoende hoge oppervlaktemassa (van 10 tot 15 kg/m²) gebruiken (bijvoorbeeld gipskartonplaten)
- men dient een spouw van minstens 80 mm tussen de platen te voorzien. De afstand tussen de stijlen heeft minder belang;

- men moet de spouw opvullen met minerale wol of met een ander absorberend opencellig materiaal
- men moet de aanwezigheid van openingen of van een gebrekkige afdichting tussen de geplaatste platen en de aangrenzende muren vermijden;
- men dient te zorgen voor een goede afdichting en een redelijke doeltreffendheid van de binnendeuren (rekening houdend met de gevolgen voor de ventilatie);
- indien mogelijk, moet men het gebruik van een alternerend skelet verkiezen.

Zo verhoogt men de kans op het bekomen van wandprestaties die vergelijkbaar zijn met de waarden verkregen in het laboratorium

De tweede benadering bestaat erin de akoestische isolatie van de scheidingswanden tussen bepaalde ruimten, zoals bijvoorbeeld een wasruimte en een woonkamer of de beroepsmatige en privatieve delen van een woning, sterk te verbeteren. Deze benadering vereist een grotere aandacht van de ontwerper en eveneens een grotere zorg bij de uitvoering.

Om dit doel te bereiken (> 40 dB), dient men aandacht te besteden aan het volgende:

- men moet platen met een zo hoog mogelijke oppervlaktemassa gebruiken, die bij voorkeur verschillend is langs weerszijden van de wand;
- men dient de platen langs weerszijden van de wand eventueel te verdubbelen;
- men moet het gebruik van een dubbel of (minstens) alternerend skelet verkiezen, zonder contact ertussen;
- men dient de spouw op te vullen met minerale wol of met een ander absorberend opencellig materiaal;
- men moet stijve contacten tussen de platen en de constructie zoveel mogelijk vermijden;
- de wand moet afgedicht zijn;

- voor flankerende wanden moet men een geluidsverzwakkingsindex voorzien die tenminste gelijk is aan deze van de scheidingswand, of dient men deze wanden eventueel van voorzetwanden te voorzien;
- men moet letten op de akoestische kwaliteit van de geplaatste deuren en op de lektheid van hun montage. In plaats van één deur te voorzien, zou men de voorkeur moeten geven aan een sas, bestaande uit twee deuren die uitgeven op een bufferruimte.

Optimalisering van de vloeropbouw

- Om een bevredigende lucht- en contactgeluidsisolatie te verkrijgen voor vloeren, dient men de volgende punten te respecteren :
- voor het verlaagde plafond dient men platen met een zo groot mogelijke oppervlaktemassa te gebruiken (in het ideale geval gipskartonplaten of vezelversterkte gipsplaten);
- het verlaagde plafond mag niet rechtstreeks op de vloerbalken geplaatst worden, maar wel op een latwerk met een zo groot mogelijke tussenafstand (om het aantal stijve contacten te verminderen);
- de spouw moet met minerale wol of met een ander absorberend opencellig materiaal opgevuld worden, en dit over een dikte die ten minste gelijk is aan de helft van de hoogte 'vloerbalken + latwerk'; men dient OSB-platen te gebruiken als basisondergrond;
- men moet een elastische onderlaag voor de dekvloer voorzien en deze opwerken langs de muren;
- indien mogelijk dient men een dekvloer met een minimale dikte van 45 mm (en liefst zelfs dikker) te voorzien of eventueel een ander systeem dat het mogelijk maakt de ondergrond van de vloer onafhankelijk te maken van de constructie;
- men moet vermijden dat de vloerbedekking de zwevende vloer 'kortsluit' (soepele voegen aan de omtrek);
- de zijwanden moeten een voldoende hoge geluidsverzwakkingsindex hebben (men kan eventueel voorzetwanden aanbrengen).

Om een nog betere isolatie te verkrijgen, kunnen van de vloerbalken ontkoppelde metalen profielen gebruikt worden, kan men de dikte van de gipsplaten aan de onderzijde verdubbelen en een plaatsing met alternerende voegen voorzien. Men kan eventueel ook de wanden van de verdieping eronder van voorzetwanden voorzien en/of deze scheiden van de bovenliggende niveaus met behulp van soepele zolen.

Als het onmogelijk is te werken met een klassieke dekvloer, kan men een droge dekvloer uitvoeren met platen die op een isolatiemateriaal (bv. minerale wol met hoge dichtheid) geplaatst worden. De prestaties van dit systeem zijn minder gunstig dan deze van klassieke zwevende dekvloeren, maar ze verbeteren wel de karakteristieken van de basisvloer.

Optimalisering van de gevelopbouw

De verbetering van de gevelisolatie in een houtskeletwoning omvat de volgende stappen (gerangschikt volgens hun invloed op de isolatie van de gevel):

- behandeling van alle luchtlekken (door het gebruik van minerale wol, gipskartonplaten en kit(voegen));
- het in acht nemen van de aanbevelingen die geformuleerd werden in de twee artikels in verband met de akoestische isolatie van vensters, verschenen in het WTCB-Tijdschrift (lente 1998 en herfst 1998);
- aanpassing van de structuur, bijvoorbeeld door het toevoegen van een bijkomende dikte (gebruik van voorzetwanden).

Uit de meetresultaten blijkt dat het niet aanbevolen is in de eerste plaats de akoestische isolatie van de gevel te verbeteren. Het buitenschrijnwerk speelt in dit opzicht immers een belangrijkere rol.

Daken

Hellende daken vormen – mede door hun beperkte oppervlaktemassa – vaak een zwakke schakel voor de akoestische isolatie van het volledige gebouw. Het is echter mogelijk oplossingen uit te voeren die het principe ‘massa-veer-massa’ (M-V-M) benaderen. Het dak van houtskeletwoningen wordt meestal met dezelfde technieken uitgevoerd als het dak van traditionele woningen. Het akoestische gedrag van beide systemen is dus vergelijkbaar. We verwijzen de lezer daarom naar een reeds verschenen artikel uit het WTCB-Tijdschrift

(zomer 1997) over dit onderwerp, getiteld "Luchtgeluidsisolatie bij pannen- en leiendaken".

Rijwoningen en appartementen

De norm NBN S 01-400 (1997) geeft aanbevelingen voor de akoestische isolatie van rijwoningen en appartementen, gebaseerd op categorieën. Volgens deze norm moet de isolatie tussen woningen ten minste voldoen aan de categorie IIb. De norm zal echter weldra grondig gewijzigd worden, zowel met betrekking tot de gehanteerde grootte, als tot de richtwaarde zelf.

In de toekomst zullen alle constructies die twee woningen van elkaar scheiden waarschijnlijk een minimaal isolatiepeil (gemeten in situ) van ongeveer 54 dB moeten hebben. De studieresultaten tonen aan dat deze waarde moeilijk te bereiken is met een houtskeletwoning. Bovendien hebben we vastgesteld dat een aanpassing van de muur niet volstaat om een bevredigende isolatie te verkrijgen, aangezien de flankerende geluidstransmissie een belangrijke rol speelt voor de uiteindelijke prestaties van de woning. Hoewel de akoestische isolatie van rijwoningen nog redelijk gemakkelijk kan verbeterd worden, dient men voor de constructie van houtskeletappartementen een volledige akoestische studie uit te voeren, om te voldoen aan de eisen in situ.

Op basis van de individuele prestaties van de toegepaste elementen (R en Ln) en van de trillingsverzwakkingsindex aan de aansluitingen (Kij) is het mogelijk de akoestische isolatie van een toekomstige woning te voorspellen. Momenteel beschikken de akoestici nog niet over voldoende gegevens om het gedrag ter hoogte van de aansluitingen en dus de verzwakking van de flankerende transmissies nauwkeurig te karakteriseren.

Als men een goede akoestische prestatie wil bereiken in een houtskeletwoning, zal het tegenwoordig, met de huidige stand van de kennis, dus moeilijk zijn het gedrag van het systeem vóór de uitvoering te waarborgen.

In het laboratorium Akoestiek van het WTCB is momenteel een belangrijk onderzoek aan de gang om de waarden van de hierboven vermelde indices te karakteriseren. Hiermee zal het mogelijk worden de isolatie in situ te voorspellen en bouwsystemen voor te stellen die beantwoorden aan de toekomstige eisen.

Besluit

De akoestische isolatie van gebouwen is doorgaans gebaseerd op het principe van de massawet. Dit betekent dat de luchtgeluidsisolatie beter zal zijn naarmate de massa van de wand groter is. Door hun lage gewicht zal het in houtskeletwoningen bijgevolg moeilijker zijn voldoende hoge akoestische prestaties te bereiken. Aangezien men enkel kan rekenen op de massa van de wanden, dient men dus andere akoestische principes te hanteren, zoals het principe van de 'dubbele wand' of het 'massa-veer-massa'-effect.

Hoewel dit principe moeilijker correct uit te voeren is, vereist het geen bijzondere materialen. De doeltreffendheid ervan berust in de combinatie en vooral in de verwerking van traditionele materialen, die tegenwoordig gebruikt worden in de houtskeletbouw.

Massawet

In de akoestiek geeft het principe van de massawet, aan dat de luchtgeluidsisolatie van een enkelvoudige wand verbetert naarmate de wand zwaarder is. In het geval van houtskeletwoningen, waarbij de structuur en de afwerking doorgaans erg licht zijn, vormt deze kleine massa het voornaamste probleem voor de akoestische isolatie. Wegens de lichtheid van de wanden is het immers niet mogelijk een goede isolatie te bekomen door de eenvoudige toepassing van het principe van de massaverhoging, zoals wel het geval is bij traditionele woningen. Bovendien vertonen de wanden van houtskeletwoningen, net zoals alle andere enkelvoudige homogene of heterogene wanden, een grensfrequentie, waarbij men een daling van de isolatie waarneemt. Men moet vermijden dat deze grensfrequentie zich in een zone bevindt waarin het menselijke oor erg gevoelig is. Men probeert deze frequentie dus buiten de gevoelige zone te brengen, door deze ofwel naar de lage, ofwel naar de hoge frequenties te verplaatsen. Dit effect kan men bereiken door de dikte en de stijfheid van de wanden aan te passen. Voor lichte wanden zal de combinatie van een geringe dikte en een zwakke stijfheid ervoor zorgen dat de grensfrequentie hoger wordt. Een enkelvoudige wand heeft dus een geluidsverzwakkingsindex die afhankelijk is van de massa van de wand, de stijfheid ervan en de interne verliezen van de gebruikte materialen.

Massa-veer-massa-systeem

Vervolgens beschouwen we de scheidingswand niet langer als een enkelvoudig element, maar wel als twee onafhankelijke platen die van elkaar gescheiden zijn door een luchtsponw.

Als er een geluidsgolf invalt op de eerste plaat, zal deze de geluidsenergie doorgeven aan de luchtsponw, die op zijn beurt de tweede plaat aan het trillen brengt. Als de frequentie van het op de dubbele wand invallende geluid overeenstemt met de grensfrequentie van de eerste plaat, zal deze sterk geëxciteerd worden. De wandisolatie vermindert dus bij deze frequentie. Als de twee platen een verschillende grensfrequentie hebben, zal de isolatie twee gebreken vertonen op verschillende frequenties, die echter niet zo groot zullen zijn als in het geval van een enkelvoudige wand. Dit kan men eenvoudig verklaren doordat als een van beide platen niet goed isoleert, de tweede plaat er nog is om weerstand te bieden. Indien beide platen echter identiek zijn, trillen ze in resonantie, aangezien hun grensfrequentie gelijk is. Hierdoor is de isolatie bij deze frequentie erg zwak. Om dit verschijnsel tegen te gaan, moet men ervoor zorgen dat men aan weerszijden van de stijlen platen met een verschillende massa of stijfheid (afhankelijk van de aard van het materiaal) gebruikt. De luchtsponw tussen de twee platen zorgt voor de elastische verbinding tussen beide.

Daarom wordt in de akoestiek ook gesproken van een 'massa-veer-massa'-systeem. Dit systeem heeft een eigen resonantiefrequentie. Als de eerste plaat van de dubbele wand blootgesteld wordt aan geluid met deze frequentie ontstaat er resonantie en vermindert de isolatie van de wand. Bij deze frequentie is de isolatie dus minder goed dan voor een enkelvoudige wand met dezelfde massa. Men moet bijgevolg proberen deze frequentie buiten de gehoorgevoelige zone te brengen, door deze te verschuiven naar de lage frequenties. Dit is mogelijk door de afstand tussen en de massa van de platen te wijzigen.

Naarmate de afstand tussen twee platen toeneemt en naarmate de oppervlaktemassa van de platen en groter is, neemt de resonantiefrequentie af. Als we het domein onderzoeken van de frequenties gelegen onder de resonantiefrequentie, is de doeltreffendheid van de 'veer' te verwaarlozen en verloopt alles alsof er een stijve verbinding tussen beide platen was. De isolatie is dus dezelfde als deze van een enkelvoudige wand. Boven de kritieke frequentie absorbeert de veer daarentegen een deel van de energie die doorgegeven wordt tussen de eerste en de tweede plaat van de dubbele wand. De isolatie is dus beter dan deze van een enkelvoudige wand met dezelfde massa. Men heeft er dus alle belang bij ervoor te zorgen dat de

resonantiefrequentie van de wand zo laag mogelijk is. Aangezien men bij houtskeletwoningen werkt met lichte platen, bestaat de enige mogelijkheid in het vergroten van de afstand tussen de platen. In het ideale geval moet men proberen te komen tot een resonantiefrequentie lager dan 80 Hz (voor twee gipsplaten, geven de berekeningen een afstand van 100 mm, wat in de praktijk vaak het geval is).

Zoals uitgelegd in dit artikel, bestaat het principe van de dubbele wand erin (horizontale of verticale) wanden uit te voeren die bestaan uit twee elementen (platen), gescheiden door een luchtsouw die opgevuld wordt met een absorberend materiaal, zodat een zo groot mogelijke scheiding tussen beide elementen ontstaat. Wij hebben aangetoond dat dit – zonder aanzienlijke meerkost tijdens de constructie – zowel mogelijk is voor wanden, vloeren als daken.

Als de in dit artikel voorgestelde principes correct uitgevoerd worden, kan men akoestische prestaties verkrijgen die beter zijn dan de prestaties die men momenteel bij de verschillende Belgische houtskeletbouwsystemen aantreft. De uitgevoerde metingen en de analyse van de aangetroffen systemen hebben aangetoond dat hun ontwerp vaak leidt tot akoestisch doeltreffende systemen, maar dat verdere verbeteringen nog mogelijk zijn. Wij hopen dat het met deze aanbevelingen mogelijk zal worden te komen tot een uitvoering die beter beantwoordt aan de principes van de dubbele wand.

Als men deze prestaties nog wil overtreffen, wat in de toekomst trouwens noodzakelijk zal worden om te voldoen aan de akoestische eisen voor rijwoningen en appartementen, zal de eenvoudige uitvoering van de hiervoor beschreven principes waarschijnlijk niet volstaan. Daar waar het verbeteren van bestaande concepten haalbaar is zonder aanzienlijke meerkost, zal het nodig blijken bepaalde ontwerp- en uitvoeringswijzen in vraag te stellen om nog betere prestaties te verkrijgen. Zo zal men bijvoorbeeld de massa van de wanden moeten vergroten, een bredere spouw voorzien en de flankerende geluidstransmissie beperken. Deze maatregelen zijn echter heel specifiek en vallen buiten het kader van dit artikel dat tot doel heeft aannemers hulpmiddelen aan te reiken om bestaande concepten te verbeteren.

Het bereiken van een bevredigend akoestisch comfort in een houtskeletwoning is dus mogelijk dankzij een doordacht ontwerp gebaseerd op de hierboven vermelde principes, en een zorgvuldige uitvoering.

Dit artikel is geschreven in samenwerking met Marcelo Blasco, arch & ir., projectleider, afdeling Bouwfysica en Binnenklimaat, WTCB; Charlotte Crispin, ir., onderzoeker, afdeling Bouwfysica en Binnenklimaat, WTCB; Patrice Huart, Hoofdtechniker, laboratorium Akoestiek, WTCB; Bart Ingelaere, ir.-arch., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Bouwfysica en Binnenklimaat, WTCB; Christian Mertens, ir., projectleider, laboratorium Monitoring, WTCB; Daniel Soubrier, ir., diensthoofd, dienst Kwaliteit Laboratoria, WTCB; Debby Wuyts, ir., onderzoeker, afdeling Bouwfysica en Binnenklimaat, WTCB