

# Akoestische kwaliteit van de woningbouw in Nederland

Ir. M.L.S.Vercammen, Peutz bv, Mook, Nederland, [m.vercammen@mook.peutz.nl](mailto:m.vercammen@mook.peutz.nl), [www.peutz.nl](http://www.peutz.nl)

## 1. Inleiding

In deze voordracht wordt een beeld geschetst van de kwaliteit van de Nederlandse woningbouw met betrekking tot de lucht- en contactgeluidisolatie tussen woningen. Om een bepaalde kwaliteit te daadwerkelijk te realiseren is het van belang dat er ook een voldoende controle op de kwaliteit wordt uitgeoefend en dat er een economisch belang is de voorgeschreven kwaliteit ook daadwerkelijk te bereiken. Allereerst zal ingegaan worden op de normstelling en de gebruikelijke bouwwijze in Nederland. Daarna zal worden aangegeven welke elementen een rol spelen bij het proces van kwaliteitsbeheersing. Vervolgens zullen enkele projectvoorbeelden gegeven worden en tot slot wordt een vergelijk gemaakt tussen de voorgenomen Belgische regelgeving en de Nederlandse regelgeving.

## 2. Normstelling

### publiekrechtelijk

In Nederland worden de eisen met betrekking tot de geluidisolatie tussen woningen in eerste instantie publiekrechtelijk geregeld. De eisen staan sinds 1992 in het Bouwbesluit [1], een uitvoeringsbesluit in het kader van de woningwet. Het Bouwbesluit bevat technische voorschriften voor bouwwerken en is landelijk van kracht. Bij aanvraag bouwvergunning mogen gemeentes in principe alleen aan deze eisen toetsen. De eisen worden gesteld aan de  $I_{luk}$  en de  $I_{co}$ . Dit zijn geen geharmoniseerde Europese grootheden. De luchtgeluidreductie of het contactgeluidniveau wordt vergeleken met een normcurve en de waarde geeft het verschil ten opzichte van deze normcurve [2]. De  $I_{luk}$  wordt genormeerd op de vertrekdiepte waardoor in feite een geluidisolatie ontstaat. Per 1 januari 2003 luiden de eisen als volgt:

$$I_{luk} \geq 0 \text{ dB}$$

$$I_{co} \geq +5 \text{ dB}$$

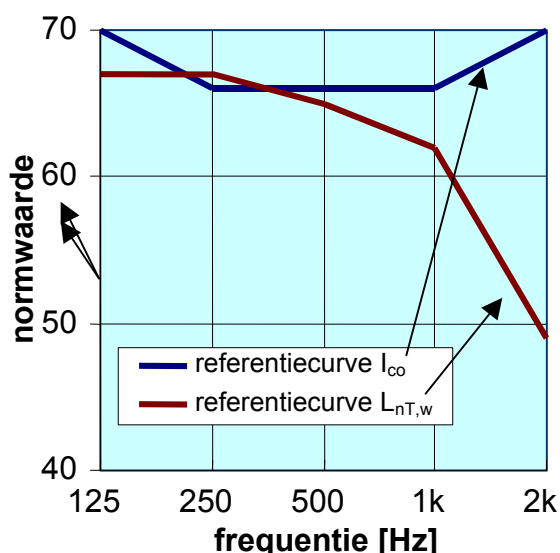
In België bestaat het voornemen de lucht- en contactgeluidisolatie uit te drukken in  $D_{nT,w}$  en  $L_{nT,w}$ .

Gepoogd zal worden in dit artikel normwaarden en meetresultaten te vertalen naar deze grootheden.

De  $I_u$  kan relatief eenvoudig naar een  $D_{nT,w}$  omgerekend worden. De stap naar  $I_{luk}$  wordt gemaakt door te middelen over in de praktijk voorkomende vertrekdieptes:

$$D_{nT,w} \sim I_{luk} + 55 \text{ dB}$$

De minimum eis voor de luchtgeluidisolatie in het Bouwbesluit komt dus overeen met  $D_{nT,w} \geq \text{ca. } 55 \text{ dB}$ .



De  $I_{co}$  is niet eenvoudig naar een  $L_{nT,w}$  om te rekenen omdat dit sterk van het spectrum afhangt. In nevenstaande figuur worden de normcurves gegeven van de  $I_{co}$  en de  $L_{nT,w}$ . De normcurve van de  $I_{co}$  is vrijwel vlak, terwijl die van de  $w$ -curve sterk afloopt. Het contactgeluidniveau bij 2 kHz heeft een grote invloed op de  $L_{nT,w}$  maar slechts zeer gering op de  $I_{co}$ .

De relatie tussen  $I_{co}$  en  $L_{nT,w}$  kan wel aangegeven worden voor enerzijds een vlak spectrum (zoals dat gemeten wordt bij een kale betonvloer) en anderzijds een aflopend spectrum, zoals dat gemeten wordt bij een zwevende dekvloer of over een goede dilatatie (ankerloze spouwmuur):

- vlak spectrum:  $I_{co} + L_{nT,w} = \text{ca. } 75 \text{ dB}$
- aflopend spectrum:  $I_{co} + L_{nT,w} = \text{ca. } 65 \text{ dB}$

Dat betekent dat een  $I_{co} \geq +5 \text{ dB}$  ongeveer overeenkomt met  $L_{nT,w} \leq 60 \text{ à } 70 \text{ dB}$

De kwaliteit van de aanwezige woningvoorraad is uiteraard niet gebaseerd op de huidige eisen maar op die uit het verleden.

Vóór de invoering van het Bouwbesluit in 1992 waren gemeentelijke voorschriften van kracht, welke gebaseerd waren op landelijke richtlijnen. Vóór 1992 was de voorgeschreven waarde 0 dB, de grootheid waaraan de eis gesteld werd was echter anders ( $I_u$  in plaats van  $I_{luk}$ ) zodat feitelijk in 1992 een verzwaaring van de eis met ca. 3 dB is opgetreden.

De eisen voor de contactgeluidisolatie zijn per 1 januari 2003 verhoogd van  $I_{co} \geq 0$  naar +5 dB.

### Privaatrechtelijk

Naast publiekrechtelijke eisen is het niet ongebruikelijk dat er privaatrechtelijke eisen gesteld worden:

- In de NEN 1070:1999 [3] worden een vijftal kwaliteitsniveaus gedefinieerd, in stappen van 5 dB. Kwaliteitsniveau 3 komt overeen met het Bouwbesluit. Idee hiervan is dat een projectontwikkelaar op eenvoudige en eenduidige wijze een verhoogd kwaliteitsniveau kan aangeven. Voor zover bekend wordt deze systematiek nog niet op grote schaal gebruikt. In onderstaande tabel worden de eisen samengevat. Deze zijn gespecificeerd in de Europees geharmoniseerde grootheden, echter, niet met de "w"-weging maar met de referentie-spectrum methode.

Tabel De eisen aan prestatiegrootheden voor woningen en woongebouwen voor een bepaald kwaliteitscijfer, conform NEN 1070

Te beschermen ruimte is een verblijfsruimte van een woning	Kwaliteitscijfer				
	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
<b>Luchtgeluidisolatie</b>	$D_{nT,A} \geq 62$	$D_{nT,A} \geq 57$	$D_{nT,A} \geq 52$	$D_{nT,A} \geq 47$	$D_{nT,A} \geq 42$
<b>Contactgeluidisolatie</b>	$L_{nT,A} \leq 43$	$L_{nT,A} \leq 48$	$L_{nT,A} \leq 53$	$L_{nT,A} \leq 58$	$L_{nT,A} \leq 63$

- In de voorloper van deze norm, de NEN 1070:1976 was één minimum niveau opgenomen dat qua luchtgeluidisolatie globaal overeenkomt met de (toenmalige) bouwregelgeving. Er is echter een opmerking toegevoegd dat het minimum eisen betreft en dat voor een "verhoogde geluidisolatie" tenminste en 5 dB hogere luchtgeluidisolatie en een 10 dB hogere contactgeluidisolatie nodig is. Dit komt neer op een  $D_{nT,w} \geq$  ca. 57 dB en (afhankelijk van het spectrum) een  $L_{nT,w} \leq$  55 à 65 dB. Soms werd deze verhoogde eis van toepassing verklaard.
- Een bekend probleem in Nederland is de contactgeluidisolatie tussen boven elkaar gelegen appartementen. Bij de koop van een appartement is veelal geregeld (via de splitsingsacte en/of de statuten van de vereniging van eigenaren) dat de bewoner óf een zachte vloerbedekking dient aan te brengen (tapijt) óf een (harde) vloerafwerking met een contactgeluidisolatieverbetering  $\Delta L_{lin}$  ( $\sim \Delta I_{co}$ ) van 10 dB. Uitgaande van een aflopend spectrum komt dit neer op  $L_{nT,w} =$  ca. 55 dB
- In het kader van "Duurzaam Bouwen" is het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen [5] opgesteld (uitgebracht door de Stichting Bouwresearch). Hierin zijn vaste en variabele maatregelen opgesteld. Een van de variabele maatregelen is het realiseren van een verhoogde lucht- en contactgeluidisolatie:  
 $I_{luk} \geq + 5$  dB  $\sim D_{nT,w} \geq$  ca. 60 dB  
 $I_{co} \geq +10$  dB  $\sim L_{nT,w} \leq$  ca. 55 dB (uitgaand van een aflopend spectrum)  
 Deze maatregelen worden veelal door gemeentes gepropageerd, ze kunnen echter in het kader van de bouwaanvraag niet afgedwongen worden. Indien de gemeente niet alleen de rol heeft van vergunningverlener maar ook de verkoper is van de grond of anderszins een rol speelt in het ontwikkelingstraject ligt dat anders. Ook in het kader van het ontwerp en vaststelling van het bestemmingsplan heeft de ontwikkelaar de medewerking van de gemeente nodig. Gemeentes blijken zo veelal in staat een hogere normstelling te bedingen dan de wettelijke eis.

## 3. Bouwwijze

De gebruikelijke bouwwijze in Nederland is als volgt:

- gestapelde Bouw: zware monoliet vloeren en wanden
  - rijtjes woningen: zware scheidingswanden of ankerloze spouwmuren.
- Op beperkte schaal worden ook wel houtskeletbouw woningen gerealiseerd.

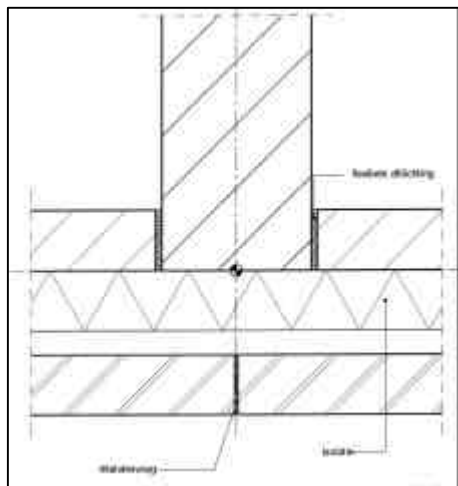
Er is geen dwingend voorschreven bouwwijze, de geluidisolatie-eisen zijn maatgevend voor de toetsing, hetgeen betekent dat in beginsel slechts achteraf getoetst kan worden. Gebruikelijk is echter dat ontworpen wordt en dat bouwaanvragen beoordeeld worden op basis van de praktijkrichtlijn NPR 5070 [6]. Momenteel is een herziening van deze praktijkrichtlijn in voorbereiding [7] (ontwerp gepubliceerd maart 2004), verband houdend met enerzijds de aangescherpte eis voor de contactgeluidisolatie,

anderzijds met de toevoeging van constructies om een hogere geluidisolatie te realiseren (klasse 2 uit de NEN 1070: 1999).

Het komt ook voor dat door het GIW, het Garantie Instituut Woningbouw (zie ook hoofdstuk 4) een zwaardere constructie wordt voorschreven (bijvoorbeeld 25 cm betonwanden in plaats van 23 cm).

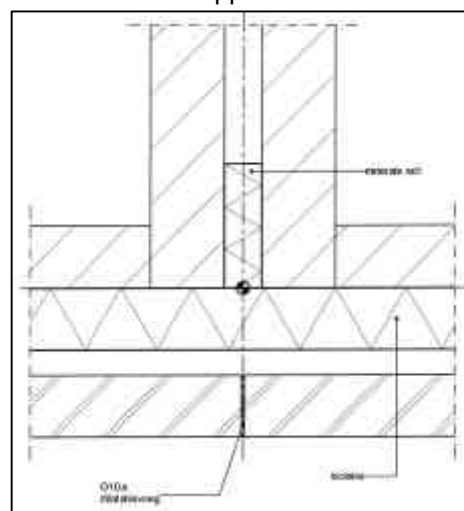
In de ontwerp NPR [7] worden in hoofdlijnen de volgende constructies voorgeschreven:

### Rijtjeswoningen



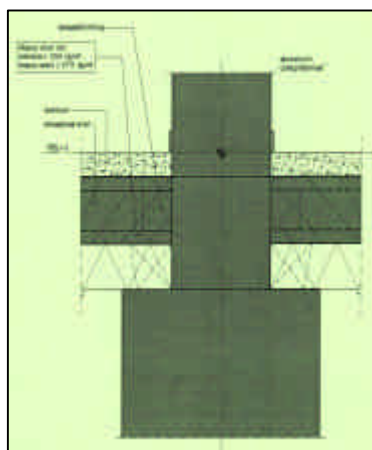
Woningscheidende wanden, monoliet:  $\geq 525 \text{ kg/m}^2$ . Hierbij dienen de flankerende vlakken aan bepaalde minimale eisen te voldoen.

Indien star op de scheidingswand monoliet wanden van minder dan  $250 \text{ kg/m}^2$  worden aangesloten dient het oppervlakte gewicht van de scheidingswand tenminste  $575 \text{ kg/m}^2$  te bedragen. In de linker figuur is een monoliet wand aangegeven met de binnengevels flexibel aangesloten op de woningscheidende wand.



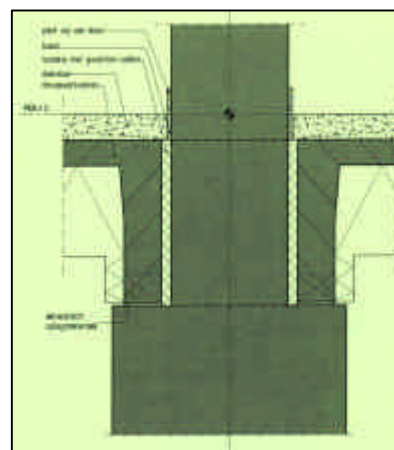
Alternatief voor de monolietwand is een ankerloze spouwmuur van  $2x \geq 200 \text{ kg/m}^2$ , rechts aangegeven.

Doorlopende vloeren (monoliet wand) dienen tenminste  $400 \text{ kg/m}^2$  te wegen.



Indien begane grond vloeren star worden gekoppeld aan de bouwmuur dan dient de vloer tenminste  $350 \text{ kg/m}^2$  zwaar te zijn en de muur  $575 \text{ kg/m}^2$  (figuur links).

Ontkoppelde begane grondvloeren dienen  $250 \text{ kg/m}^2$  zwaar te zijn (figuur rechts). Deze vloer wordt los gehouden van de bouwmuur en opgelegd op flexibel oplegmateriaal.



### Gestapelde woningbouw

- woningscheidende wanden, monoliet, als bij rijtjeswoningen
- woningscheidende vloer:  $\geq 800 \text{ kg/m}^2$  ofwel een constructieve vloer  $\geq 400 \text{ kg/m}^2$  of  $\geq 500 \text{ kg/m}^2$  in combinatie met een zwevende dekvloer  $\Delta L_{\text{lin}} \geq 13$  respectievelijk  $10 \text{ dB}$ .

Vóór de invoering van de verhoogde eis voor de contactgeluidisolatie in 2003 was een woningscheidende vloer gebruikelijk van  $600 \text{ kg/m}^2$ , zonder zwevende dekvloer.

## 4. Proces van kwaliteitsbeheersing

Het stellen van eisen, publiek- dan wel privaatrechtelijk, is over het algemeen onvoldoende om de beoogde kwaliteit ook daadwerkelijk te realiseren. Naast deze eisen is het nodig dat:

1. er een instrument is waarmee het ontwerp beoordeeld kan worden
2. deze beoordeling ook daadwerkelijk uitgevoerd wordt en het bouwplan niet gerealiseerd kan worden indien niet eerst die beoordeling heeft plaatsgevonden
3. er achteraf beoordeeld kan worden of aan de eisen voldaan wordt
4. bouwers verplicht worden corrigerende maatregelen te treffen indien niet aan de eisen voldaan wordt

In de Nederlandse situatie dragen de volgende punten bij aan de beheersing van de akoestische kwaliteit:

- De aanvraag van een bouwvergunning wordt getoetst door de gemeente. Op de tekeningen dienen materialen en constructiediktes aangegeven te worden. Door betreffende ambtenaar kan aan de hand van de NPR beoordeeld worden of aan de eisen voldaan kan worden.
- Veel woningen die in Nederland worden gebouwd vallen onder de garantie van het GIW, het Garantie Instituut Woningbouw. Bij dit garantie-instituut zijn een groot aantal aannemers aangesloten. Primaire doelstelling van deze garantie is dat men verzekerd is tegen het risico dat gedurende de bouw de aannemer failliet gaat. Tevens wordt garantie verleend op de bouwtechnische kwaliteit van de woning, waaronder dus de geluidisolatie. Om deze garantie te kunnen aanbieden laat de aannemer de bouwtekeningen toetsen door het GIW. Het GIW kan hierbij aanvullende eisen stellen, om meer zekerheid te hebben dat de geluidisolatie voldoet aan de eisen.
- Het is niet zo dat achteraf metingen van de geluidisolatie verplicht zijn. Incidenteel vinden metingen plaats, bijvoorbeeld indien er klachten zijn. Sommige gemeenten en projectontwikkelaars doen steekproefsgewijs geluidisolatiemetingen. Indien de geluidisolatie achterblijft bij de wettelijke eisen dan is de aannemer c.q. projectontwikkelaar verplicht dit probleem op te lossen. Hij kan hiertoe eventueel ook door de rechter (i.c. Raad voor Arbitrage) toe gedwongen worden. Een bewoner zal, indien het achterblijven van de geluidisolatie eenmaal bekend is, ook weinig andere keus hebben dan de aannemer c.q. projectontwikkelaar hierop aan te spreken. Doet hij dat niet dan zal hij bij de verkoop van de woning dit aan de nieuwe eigenaar moeten melden als zijnde een verborgen gebrek. Meldt hij dit niet dan is hij aansprakelijk voor de schade die de nieuwe eigenaar lijdt. Meldt hij het wel dan heeft dat ongetwijfeld invloed op de koopprijs.

Vergelijken wij deze praktijk met de 4 genoemde stappen in de kwaliteitsbeheersing dan kunnen we constateren dat:

1. er is een instrument om de kwaliteit te beoordelen
2. in beginsel vindt de beoordeling plaats, in hoeverre deze ook altijd daadwerkelijk plaats vindt is niet bekend
3. aan de hand van metingen kan de kwaliteit achteraf getoetst worden, maar dit gebeurt slechts incidenteel
4. er zijn mogelijkheden de bouwer aan te spreken op zijn verantwoordelijkheid een voldoende kwaliteit te leveren.

Het niet voldoen aan de eisen kan twee oorzaken hebben:

1. Een ontwerp dat niet voldoet aan de NPR
2. Een ontwerp dat wel voldoet maar een uitvoering die te wensen overlaat.

Typische fouten die in feite bij het ontwerp horen zijn doorlopende verdiepingsvloeren bij ankerloze spouwmuren. De vloeren horen in principe onderbroken te worden maar vaak staan deze details echter niet of anders op tekening en wordt in de uitvoering, vanwege kostenbesparing of stabiliteitsproblemen, besloten de vloeren toch door te laten lopen. Uitvoeringsproblemen zijn bijvoorbeeld contactbruggen bij ankerloze spouwmuren of het rommelig uitvoeren van dakaansluitingen e.d.

Doordat in de woningbouw de aannemers en bouwvakkers inmiddels gewend zijn aan de vereiste detaillering en vereiste zorgvuldigheid is over het algemeen sprake van een redelijke tot goede kwaliteit. Anders ligt dat met zwevende vloeren, een constructie die in Duitsland heel gewoon is maar in Nederland toch nog meer een uitzondering. Deze constructie is uitvoeringsgevoelig zoals blijkt uit de projectvoorbeelden in hoofdstuk 6 en 7.

## 5. Projectvoorbeeld: 2 grootschalige woningbouw projecten

Bij een tweetal grootschalige woningbouwprojecten (Oosterheem te Zoetermeer en de Zanderij te Katwijk) zijn recentelijk metingen uitgevoerd van de lucht- en contactgeluidisolatie.

Het betrof hier voornamelijk rijtjeswoningen met een ankerloze spouwmuur of een betonwand (230 of 250 mm) en enkele appartementsgebouwen met massieve woningscheidende vloeren (230 mm beton + afwerkvloer)

De meetresultaten van de horizontaal gemeten geluidisolatie worden samengevat in onderstaande tabel.

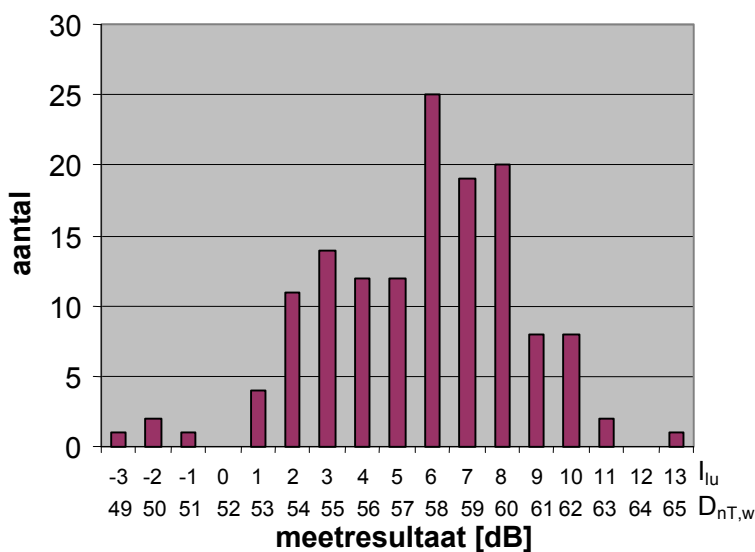
Scheidingswand/vloer	aantal	$I_{lu}$	$I_{luk}$	St. dev	$D_{nT,w}$	$I_{co}$	St. dev.	$L_{nT,w}$
Ankerloze spouwmuur	289	9,5	5,9	3,6	ca. 61	17,4	4,8	ca. 48
Wand beton 230 mm	38	4,5	1,3	2,2	ca. 56	11,3	4,0	ca. 64
Wand beton 250 mm	140	5,7	2,3	2,5	ca. 57	9,7	3,8	ca. 65
Vloer beton 230 mm + afwerkvloer	30	3,6	2,0	2,2	ca. 56	2,0	2,5	ca. 73

Uit deze metingen blijkt, zoals ook verwacht mag worden, dat de luchtgeluidisolatie van een ankerloze spouwmuur ca. 5 dB hoger ligt dan van de monoliet wand. Ook de contactgeluidisolatie is beduidend beter, 5 à 10 dB, waarbij op de verdieping de hoogste resultaten worden geboekt.

Het te verwachten verschil in luchtgeluidisolatie van ca. 1 dB tussen een 230 mm betonwand en een 250 mm betonwand komt gemiddeld ook uit de metingen.

De contactgeluidisolatie van de woningscheidende vloer (ca. 600 kg/m<sup>2</sup>) voldoet gemiddeld ( $I_{co} = +2$  dB) net aan de (toenmalige) norm ( $I_{co} \geq 0$  dB).

**250 mm betonwand (140)**



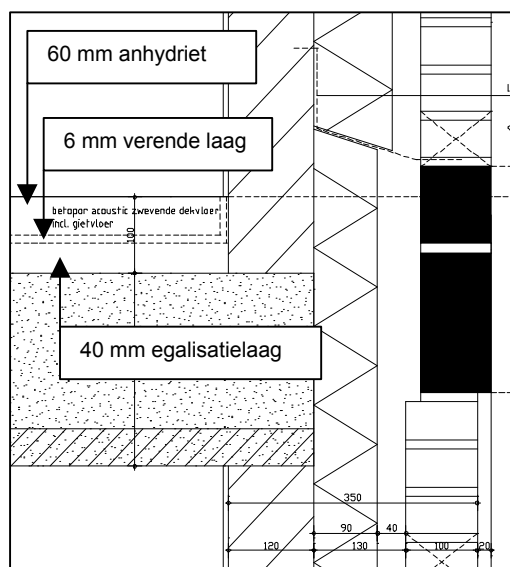
Uit de resultaten komt verder een beduidende spreiding naar voren. De range van de hoogste tot de laagste waarde bedraagt 10 tot 15 dB. In nevenstaande figuur wordt de spreiding van het meetresultaat van de  $I_{lu}$  voor de 250 mm betonwand weergegeven (gemiddelde  $I_{lu}$  is 5,7 dB,  $D_{nT,w} = 57$  à 58 dB).

Om met voldoende zekerheid te voorkomen dat in een aantal gevallen de minimale eis niet gehaald wordt zal het gemiddelde 3 tot 5 dB boven het minimum moeten liggen. Het gemiddelde van de betonwand van 250 mm ( $I_{luk}$ ) ligt slechts 2 dB boven de minimumeis, waardoor 15% van de gevallen de minimumeis niet wordt gehaald. Bij de 230 mm betonwand bleek 26% niet aan de eis te voldoen.

De eis die in het betreffende project (privaatrechtelijk) aan de geluidisolatie van de woningen met een ankerloze spouwmuur gesteld is was  $I_{lu} = +5$  dB. Het gerealiseerde gemiddelde was 9,5 dB. Het percentage dat niet aan de eis van  $I_{lu} = +5$  dB voldeed was 8%.

Bij het dimensioneren van constructies zal dus rekening gehouden moeten worden met deze spreiding, hetgeen betekent dat gemiddeld de constructies 3 tot 5 dB beter behoren te zijn dan de minimum eis.

## 6. Projectvoorbeeld: Zwevende vloeren in lab en praktijk



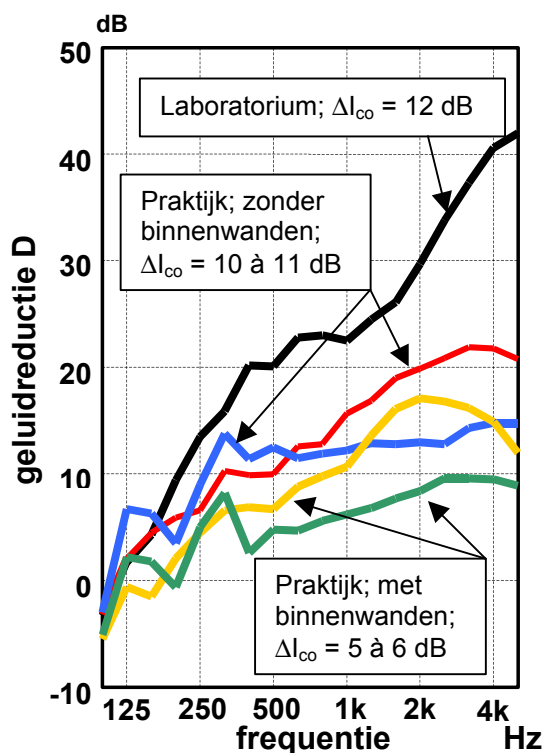
Bij een woningbouw project is over de gehele verdieping een zwevende vloer aangebracht. De binnenwanden zijn op de zwevende vloer geplaatst. Deze wanden vormen daarmee een contactbrug tussen zwevende vloer en de constructie. De vloer bestaat van boven naar beneden uit:

- 60 mm anhydriet
- 6 mm verende laag
- 40 mm eps en mortel als egaliseerlaag; in deze laag zijn de leidingen weggewerkt. Een doorsnede van het vloer-gevel detail wordt in nevenstaande figuur aangegeven. De basisvloer is een massieve betonnen vloer (breedplaat) met een dikte van 255 mm. Het gewicht van deze vloer bedraagt ca. 600 kg/m<sup>2</sup>. De contactgeluidisolatie van de kale vloer zonder zwevende vloer bedraagt  $I_{co} = +6$  dB,  $L_{nT,w} = 70$  dB.

Metingen zijn verricht van de contactgeluidisolatieverbetering van de zwevende vloer:

- in het laboratorium,
- in het woningbouwproject waarbij er nog geen binnenwanden aanwezig waren en
- in de situatie mét binnenwanden.

De resultaten worden weergegeven in nevenstaande figuur.



Het blijkt dat de vloer in de praktijk beduidend minder goed presteert dan in het laboratorium. Met name in de situatie zonder binnenwanden zou verwacht mogen worden dat de akoestische kwaliteit van de vloer in het laboratorium benaderd zou moeten kunnen worden. Doordat de  $\Delta I_{co}$  (hetgeen bijna gelijk is aan de  $\Delta L_{in}$ ) bepaald wordt door de octaafbanden van 125 en 250 Hz is het verschil in deze ééngetalswaarde gering. Het genormeerd contactgeluidniveau bedraagt in de praktijk  $L_{nT,w} = 52$  à  $55$  dB.

Door de koppeling die veroorzaakt wordt door de binnenwanden wordt een verdere verslechtering van de contactgeluidisolatie geconstateerd, in dit geval ook bij de octaafbanden van 125 en 250 Hz waardoor de verbetering van de contactgeluidisolatie  $\Delta I_{co}$  nog maar 5 à 6 dB bedraagt. Het genormeerd contactgeluidniveau bedraagt in deze situatie  $L_{nT,w} = 55$  à  $60$  dB.

Dit pleit ervoor eerst de binnenwanden te plaatsen en de zwevende vloer tussen de binnenwanden aan te brengen. Dit werkt echter kosten verhogend.

## 7. Projectvoorbeeld: De Valkenstaete Heerlen

Onderstaand projectvoorbeeld heeft betrekking op de problematiek van slecht uitgevoerde zwevende vloeren en daarbij vooral op de procedure die is ontstaan naar aanleiding van deze uitvoering.



In 2001 is in Heerlen een woontoren gerealiseerd met 71 appartementen, zie nevenstaande figuur. Het betreft hier luxe appartementen met een koopprijs variërend tussen de € 160.000 en € 360.000,-. De projectontwikkelaar was Bouwfonds, de aannemer Wilma. De appartementen zouden worden voorzien van een zwevende dekvloer. Een akoestische prestatie is niet genoemd. In de verkoopbrochure is aangegeven dat de vloeren van de appartementen en de (gemeenschappelijke) corridors worden "voorzien van een zwevende vloer van 50 mm en een isolatie dik 20 mm".

Tijdens de bouw is de opbouw gewijzigd. Op de constructievloer is een 25 mm egalisatielaag aangebracht waarin de verwarmingsleidingen zijn aangebracht. Hierop is een 5 mm laag gesloten cellenschuim aangebracht en hierop 40 mm anhydriet. De totale opbouw bedraagt dus (evenals de oorspronkelijk beoogde opbouw) ca. 70 mm. De constructieve vloer is 220 mm dik, de bruto verdiepingshoogte is 2,7 m, zodat net (10 mm speling) aan de minimaal in het Bouwbesluit vereiste hoogte van 2,4 m wordt voldaan.

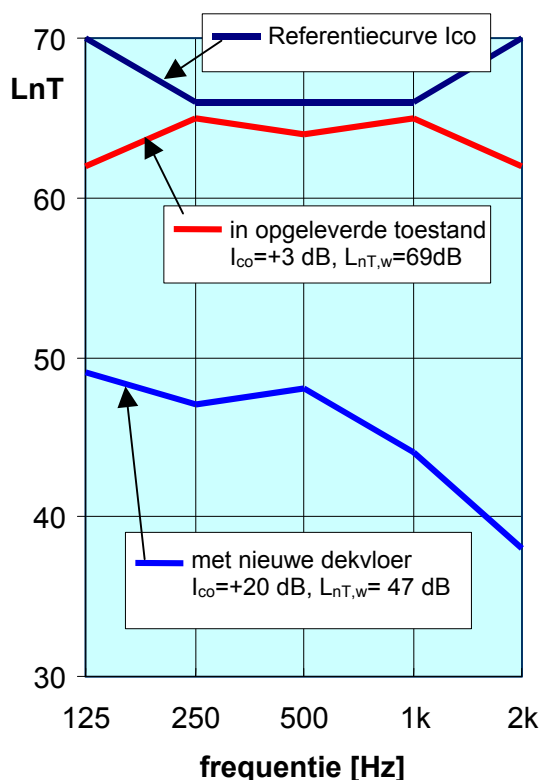
De wijziging van de vloeropbouw is niet besproken met de kopers.

Circa 2 maanden voor de oplevering zijn, in opdracht van de kopers, inspecties uitgevoerd en metingen verricht van de contactgeluidisolatie. Uit de meetresultaten (zie onderstaande

figuur, in opgeleverde toestand) blijkt enerzijds dat de contactgeluidisolatie niet zo hoog is, maar anderzijds vooral ook dat de voor zwevende vloeren kenmerkende afname van het contactgeluidniveau met de frequentie niet aanwezig is. De op dat moment vermoedelijke, maar later bevestigde oorzaak is veelal het opdrijven van de slecht bevestigde laag gesloten cellenschuim en daarnaast vele contactgeluidbruggen bij door de verende laag stekende installatieonderdelen, bij wanden etc..

In opdracht van het Bouwfonds zijn vervolgens metingen verricht. De gemeten contactgeluidisolatie varieerde van  $I_{co} = +1$  tot  $+7$  dB ( $L_{nT,w} = 68$  à  $74$  dB). Het oordeel van Bouwfonds was dat hiermee aan de

minimale eisen in het Bouwbesluit voldaan werd ( $I_{co} \geq 0$  dB) en dat de resultaten vielen in het spreidingsgebied dat men mocht verwachten van zwevende vloeren met "normale" uitvoeringsnauwkeurigheid.



De kopers hebben een arbitrageprocedure tegen Bouwfonds aangespannen. Op de zitting, in november 2001, hebben de kopers geëist dat alsnog de beloofde vloeren zouden worden aangebracht, op basis van de omschreven opbouw.

Verweer van het Bouwfonds was dat de oorspronkelijk beloofde vloeren niet te maken waren, dat de wijziging dus terecht was en dat herstel qua kosten disproportioneel zou zijn. Inclusief boete vanwege te late oplevering werd de schade op dat moment geraamd op ca. € 3 mln op een oorspronkelijke bouwsom van ca. € 7 mln. Begin december 2001 werd Bouwfonds veroordeeld voor alle schade en werd gesommeerd binnen 14 dagen te beginnen met de demontage van de inmiddels aangebrachte vaste inrichtingen en de sloop van de vloeren.

Vervolgens is het Bouwfonds in beroep gegaan. Argument was onder meer dat herstel niet mogelijk was binnen de wettelijk voorgeschreven minimale hoogte van 2,4 m. Diverse deskundigen zijn ingeschakeld om hun visie te geven of

herstel mogelijk was en of de gerealiseerde contactgeluidisolatie redelijk dicht bij de te verwachten waarde lag. Ons standpunt, namens de bewoners, was dat van een zwevende vloer zoals in de verkoopbrochure opgenomen, akoestisch meer verwacht mag worden, niet alleen in ééngetalswaarde  $I_{co}$ , maar vooral in beduidend lagere  $L_{nT}$  bij hogere frequenties. Ook argumenten dat door leidingen in vloeren redelijkerwijs een afname van de contactgeluidisolatie te verwachten is wordt gelogenstraf door andere situaties waar wél een goede contactgeluidisolatie wordt gerealiseerd.

Het hoger beroep was op 15 april 2002. In de tussenliggende periode liep de boete voor te late oplevering door (0,5 promille per dag). Bouwfonds was inmiddels al wel begonnen met de demontage van de vaste inrichting en de sloop van de vloeren. In deze fase dreigde Bouwfonds de kopers aansprakelijk te stellen voor alle financiële gevolgen van de sloop indien het hoger beroep door Bouwfonds zou worden gewonnen. Tijdens het hoger beroep dragen de arbiters de deskundigen van Bouwfonds en kopers op gezamenlijk een technisch haalbare oplossing te ontwikkelen. Dit impliceert dus een bevestiging van het eerdere vonnis.

De in onderling overleg bepaalde oplossing is het verwijderen van de dekvloer t/m het cellenschuim, het waar nodig uithakken en dieper leggen van de verwarmingsleidingen, het uitvlakken van de egalisatielaag en het aanbrengen van een zwevende dekvloer bestaande uit 20 mm minerale wol en 40 mm anhydriet. De vloer wordt hierdoor ca. 20 mm dikker en daarmee de ruimte ca. 10 mm te laag. Gemeente Heerlen en de kopers gaan hiermee akkoord. Er wordt een simpel en snel controleerbaar criterium gesteld aan de contactgeluidisolatie: 20 dB verbetering bij 1000 Hz ten opzichte van de ruwe vloer.

Na vervanging van de vloeren, die uiteindelijk leidt tot een ca een jaar te late oplevering, wordt ruimschoots aan deze eis voldaan, zie de figuur. De uiteindelijke schade bedraagt ca. € 4,5 mln (incl vertragingsschade, kosten deskundigen, kosten tijdelijke huisvesting van een aantal bewoners etc), ongeveer 2/3 van de oorspronkelijke bouwsom.

Uit dit voorbeeld blijkt dat:

- het de nodige moeite kost, maar uiteindelijk kan de koper zijn recht halen
- ook als er geen kwantitatieve eis gesteld wordt, het op basis van de toegezegde constructies mogelijk is de verkoper hieraan te houden

Dit voorbeeld zal ervoor zorgen dat deze maar ook andere partijen met nog meer zorg om zullen gaan met zwevende dekvloeren.

## 8. normen in België

Tot slot zal een vergelijk gemaakt worden, hoe de voorgenomen Belgische normstelling zich verhoudt tot de Nederlandse regelgeving.

Voor zover de informatie strekt (o.m. [9]) zullen in België de volgende kwaliteitsniveaus vereist dan wel nagestreefd worden:

$D_{nT,w} \geq 54$  dB voor normaal en  $D_{nT,w} \geq 58$  dB voor hoog comfort

$L_{nT,w} \leq 58$  dB voor normaal en  $L_{nT,w} \leq 50$  dB voor hoog comfort

De minimum eis voor luchtgeluidisolatie  $D_{nT,w} \geq 54$  dB komt vrijwel overeen met de eis in het Bouwbesluit ( $I_{luk} \geq 0$  dB  $\sim D_{nT,w} \geq$  ca. 55 dB). De eis voor hoog comfort  $D_{nT,w} \geq 58$  dB is iets lager, maar niet significant, dan de streefwaarde voor de verhoogde geluidisolatie in Nederland [3],[5] ( $I_{luk} \geq +5$  dB  $\sim D_{nT,w} \geq$  ca. 60 dB).

Voor de contactgeluidisolatie zijn de waarden moeilijker te vergelijken. Een  $L_{nT,w} \leq 58$  dB is te interpreteren als een  $I_{co} \geq +7$  dB (iets zwaarder dan het bouwbesluit), doch met een aflopend spectrum. Een aflopend spectrum is bij woningscheidende vloeren slechts te realiseren met een verende laag, hetzij in de constructie van de vloer (een zwevende vloer met een dunne verende laag), hetzij door middel van vloerafwerking (tapijt). Een  $L_{nT,w} \leq 50$  dB is ca. 5 dB zwaarder dan de streefwaarde voor de verhoogde geluidisolatie in Nederland [3],[5] ( $I_{co} \geq +10$  dB  $\sim L_{nT,w} \leq$  ca. 55 dB).

Deze waarde is te realiseren met een ankerloze spouwmuur of met zeer goede zwevende vloeren, geplaatst tussen de binnenwanden.

In het bouwbesluit zijn minimumeisen opgenomen. Geluidhinder in het algemeen en burenlawaai in het bijzonder zijn echter nog steeds een belangrijke bron van overlast, zie o.m [8]. De algemene beleving is dat de waarden voor de "verhoogde geluidisolatie" de ten minste na te streven waarden zouden moeten zijn om onderlinge overlast in voldoende mate te beperken. Op grond hiervan zou het wenselijk zijn niet

te spreken over “normaal comfort” en over “verhoogde eisen” of “hoog comfort” maar van “minimum niveau” en “gewenst niveau” of vergelijkbare termen.

## Literatuur

- [1] Besluit van 7 augustus 2001, houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen van bouwwerken uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu (Bouwbesluit), Stb. 2001, 410; inclusief wijzigingen Stb. 2002, 203, gepubliceerd 7 mei 2002; Stb. 2002, 516, gepubliceerd 24 oktober 2002 en Stb. 2002, 518, gepubliceerd 29 oktober 2002
- [2] NEN 5077, Geluidwering in gebouwen – Bepalingsmethoden voor de grootheden voor luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidwering van scheidingsconstructies en geluidniveaus veroorzaakt door installaties, 2001
- [3] NEN 1070, Geluidwering in gebouwen - specificatie en beoordeling van kwaliteit, maart 1999
- [4] NEN 1070, Geluidwering in Woongebouwen, 1976
- [5] Nationaal pakket Duurzaam Bouwen Woningbouw, Stichting Bouwresearch, 2003
- [6] NPR 5070, Praktijkrichtlijn Geluidwering in woongebouwen – voorbeelden van wanden en vloeren in steenachtige draagconstructie, 1993
- [7] ontwerp NPR 5070, Praktijkrichtlijn Geluidwering in woongebouwen – voorbeelden van wanden en vloeren in steenachtige draagconstructie, maart 2004
- [8] Bestrijding van burenlawaai, NSG Geluidhinderdag 19 mei 1998
- [9] G.Vermeir, Experiences on building acoustics quality in Belgian residences, Internoise 2003, Korea