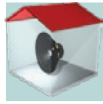


**D**e Belgische norm NBN S 01-400-1 definieert de akoestische criteria voor woongebouwen en legt nieuwe eisen op voor de contactgeluidsisolatie van vloeren *in situ*. Dit artikel reikt een aantal praktische oplossingen aan waarmee men vloeren kan realiseren die voldoen aan deze eisen en geeft een overzicht van de verschillende berekeningsmethodes.



✍ M. Van Damme, ing., hoofd van het laboratorium 'Akoestiek'

## 1 NIEUWE EISEN VOOR DE CONTACTGELUIDSISOLATIE

Stapgeluiden op de bovenliggende verdieping, een meubel dat verplaatst wordt in het naastliggende appartement of bestek dat op de grond valt : dit zijn stuk voor stuk voorbeelden van contactgeluiden in woongebouwen. Tot deze categorie behoren alle geluiden die voortkomen uit een direct contact tussen een bron (bv. een vallend object) en de gebouwstructuur. Naar aanleiding van dit rechtstreekse contact met de vloer, veroorzaken deze contactgeluiden een omvangrijke energie die zich via de gebouwstructuur zeer ver kan voortplanten en zelfs hoorbaar kan zijn in het gehele gebouw. Men kan deze intense energie slechts moeizaam afzwakken zonder specifieke hulpmiddelen zoals soepele vloerbekledingen of zwevende dekvlouren.

De eisen voor de contactgeluidsisolatie tussen woningen kunnen teruggevonden worden in de norm NBN S 01-400-1 [5]. Terwijl de vorige versie van de norm NBN S 01-400 (uit 1977) [4] zowel betrekking had op de akoestische prestaties van producten als op de resultaten die men *in situ* behaalde, legt de nieuwe versie enkel eisen op voor de ter plaatse gemeten prestaties. De contactgeluidsisolatiecriteria worden in de nieuwe norm uitgedrukt op basis van het gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau  $L'_{nT,w}$  dat ter plaatse opgemeten wordt ( $\rightarrow$  A, p. 2). Deze waarde houdt met andere woorden rekening met alle geluidstransmissiewegen (zowel directe als flankerende) en kan in het afgewerkte gebouw eenvoudig gecontroleerd worden met een genormaliseerde klopgeluidsmachine.

De  $L'_{nT,w}$ -waarde zal lager zijn naarmate de prestaties van de bestudeerde vloeropbouw hoger zijn en de flankerende muren zwaarder (men zal de klopmachine dus minder horen).

# Contactgeluidsisolatie van massieve vloeren

De eisen voor een verhoogd akoestisch comfort (50 dB) gaan bijgevolg gepaard met een lagere decibelwaarde dan bij een normaal akoestisch comfort (54 of 58 dB, afhankelijk van de situatie).

De nieuwe eisen zijn over het algemeen strenger dan deze uit de vorige versie van de norm. Men stelde immers vast dat de bewoners nog vaak klaagden over een ontoereikende contactgeluidsisolatie, zelfs wanneer men de criteria uit de oude norm respecteerde. Recente psychoakoestische studies toonden daarenboven aan dat een contactgeluidsniveau van 54 dB tussen woningen slechts zeven personen op tien tevreden stelde, terwijl een waarde van 50 dB afdoende was voor negen personen op tien.

De nieuwe norm onderscheidt twee prestatieniveaus : een normaal akoestisch comfort en een verhoogd akoestisch comfort (<sup>1</sup>). In beide gevallen gelden de eisen voor de contactgeluidsisolatie tussen afzonderlijke woningen, afhankelijk van het gebruik van de ruimten (zie tabel 1). Voor ruimten boven slaapkamers die zelf geen slaapkamer zijn, blijken strengere eisen noodzakelijk om het gevraagde akoestische comfort te kunnen waarborgen. We raden ontwerpers niettemin aan om dergelijke situaties te vermijden (deze raad werd ook reeds meegegeven in de oude

versie van de norm). In meergezinswoningen waar een verhoogd akoestisch comfort gewenst is, worden er ook eisen gesteld aan de isolatie tussen de verschillende ruimten van eenzelfde woning om de contactgeluiden die men in de slaapkamers opvangt tot een minimum te herleiden.

## 2 EFFICIËNTE CONTACTGELUIDSISOLATIETECHNIEKEN

Uit diverse metingen en berekeningen blijkt dat het zelfs met een zware vloer van 600 kg/m<sup>2</sup> en zware muren bijna onmogelijk is om een  $L'_{nT,w}$ -waarde te bereiken lager dan 65 dB. De zware massa van de vloer en van de flankerende wanden alleen levert immers geen hoge contactgeluidsisolatiewaarden op. Om te voldoen aan de criteria uit de norm zal men de zware vloer bijgevolg moeten combineren met een efficiënter systeem.

Contactgeluid kan op twee manieren aangepakt worden :

- vermindering van het geluid aan de bron
- inperking van de verspreiding.

Om het geluid aan de bron te reduceren, dient men de hoeveelheid energie die overgebracht wordt op de gebouwstructuur te beperken door

**Tabel 1 Eisen voor de contactgeluidsisolatie tussen ruimten.**

| Zendruimte buiten de woning   | Ontvangstruimte binnen de woning                      | Normaal akoestisch comfort | Verhoogd akoestisch comfort |
|---|---|----------------------------|-----------------------------|
| Elke ruimte   | Elke ruimte behalve een technische ruimte of inkomhal | $L'_{nT,w} \leq 58$ dB     | $L'_{nT,w} \leq 50$ dB      |
| Elke ruimte behalve een slaapkamer  | Slaapkamer  | $L'_{nT,w} \leq 54$ dB     | $L'_{nT,w} \leq 50$ dB      |
| Zendruimte binnen de woning   | Ontvangstruimte binnen de woning                      | Normaal akoestisch comfort | Verhoogd akoestisch comfort |
| Slaapkamer, keuken, woonkamer en badkamer (die niet toebehoort tot de slaapkamer/ontvangstruimte) | Slaapkamer, studeerruimte                             | –                          | $L'_{nT,w} \leq 58$ dB      |

(<sup>1</sup>) Het normale akoestische comfort geldt standaard voor alle woongebouwen. Het strengere verhoogde akoestisch comfort is enkel van toepassing wanneer de bouwheer er expliciet om vraagt. Voor meer informatie over dit onderwerp kan men een beroep doen op de akoestische bijlage van het WTCB [7] of de norm NBN S 01-400-1 [5].

A

Om de prestaties van verschillende producten onderling te kunnen vergelijken en met het oog op het verkrijgen van de nodige invoergegevens voor de rekenmodellen ter bepaling van de isolatiewaarden *in situ*, is het belangrijk om het vermogen van een vloeropbouw om contactgeluiden te dempen, duidelijk te definiëren. Vermits de contactgeluidsisolatie op de bouwplaats niet enkel afhankelijk is van de vloeropbouw, maar onder andere ook van deze van de flankerende muren (indirecte geluidstransmissie), vereist de eenduidige karakterisering van de contactgeluidsisolatie van een vloer dat men een aantal laboratoriumproeven uitvoert waarbij de flankerende geluidstransmissie verwaarloosbaar is.

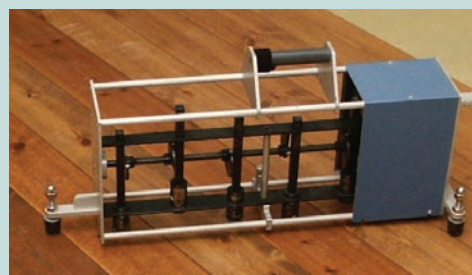
### Laboratoriummetingen : $L_{n,w}$ en $\Delta L_w$

De contactgeluidsisolatie van vloeren kan gekarakteriseerd worden door twee uit laboratoriummetingen afgeleide indices.

- Het gewogen genormaliseerde contactgeluidsniveau  $L_{n,w}$  geeft met een eengetaalsaanwijding de (gecorrigeerde) waarde weer van het geluidsniveau dat in de onderliggende ruimte opgewekt wordt door de werking van een (internationaal genormaliseerde) klop geluidsmachine boven de beproefde vloer (zie afbeelding 1). Naarmate de prestaties van het materiaal of van de onderzochte opbouw beter zijn, zal de  $L_{n,w}$ -waarde afnemen.

Zo zal men bijvoorbeeld :

- een  $L_{n,w}$ -waarde = 78 dB bereiken voor een vloer, opgebouwd uit een 16 cm dikke vloerplaat van gewapend beton
- een  $L_{n,w}$ -waarde = 48 dB bereiken voor een vloer die bestaat uit een zwevende dekvloer van 6 cm dik, die geplaatst werd op een 1 cm dikke onderlaag uit gerecycleerd polyurethaanschuim, en rust op voornoemde betonnen vloerplaat.



Afb. 1 Klop geluidsmachine.

Uit deze meting kan men tevens de contactgeluidsisolatieklasse volgens de norm NBN S 01-400 [4] afleiden. Hoewel deze norm niet langer van toepassing is op woongebouwen, treft men deze indeling in klassen nog dikwijls aan voor niet-residentiële gebouwen, maar ook in commerciële documentatie of bestekken. Het gaat hier om de klassen I<sub>a</sub>, I<sub>b</sub>, II<sub>a</sub>, II<sub>b</sub>, III<sub>a</sub> en III<sub>b</sub>, in dalende volgorde van doeltreffendheid.

- Om de doeltreffendheid van een zwevende dekvloer of een vloerbekleding te karakteriseren in het laboratorium kan men eveneens gebruik maken van de gewogen contactgeluidsniveaureductie  $\Delta L_w$ . Deze waarde resulteert uit een rekenprocedure (NBN EN ISO 717-2) [2] en stelt de verbetering van de contactgeluidsisolatie  $L_{n,w}$  van de naakte vloer voor, wanneer voorzien van een vloerbekleding of een zwevende dekvloer. Deze grootte zal dus hoger zijn naarmate de prestaties van het product verbeteren. In het hiervoor beschouwde geval zal de  $\Delta L_w$ -waarde bijvoorbeeld 25 dB bedragen.

*Opmerking* : deze waarden zijn representatief voor het geheel (bv. vloerplaat, onderlaag en dekvloer) en dus niet voor het individuele product (bv. de soepele onderlaag). Indien de op de bouwplaats gebruikte vloerplaat anders is, of indien de plaatsingsvoorwaarden of de dikte van de dekvloer afwijken van deze, gebruikt tijdens de laboratoriumproef, kunnen de resultaten meerdere decibels verschillen en dus leiden tot onaangename verrassingen.

### Meting op de bouwplaats : $L'_{nT,w}$

Voor de bouwplaats zijn de door de nieuwe norm NBN S 01-400-1 [5] uitgedrukte eisen gebaseerd op het *in situ* gemeten gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau  $L'_{nT,w}$ . Net zoals in het laboratorium gaat het hier om de (voor een referentienagalmtijd gecorrigeerde) waarde van het geluidsniveau in de onderliggende ruimte vanwege de klop geluidsmachine.

Het verschil met de laboratoriummeting ligt in de toegepaste correctiefactor en vooral in het feit dat in dit geval ook de flankerende geluidstransmissie een rol speelt in het eindresultaat. Naarmate de prestaties van de onderzochte vloeropbouw hoger zijn en de flankerende muren zwaarder, zal de  $L'_{nT,w}$ -waarde lager zijn. Dankzij de voorspellingsmodellen uit de norm NBN EN 12354-2 is het mogelijk de waarden die bekomen werden tijdens de laboratoriumproeven ( $L_{n,w}$  en  $\Delta L_w$ ) om te zetten naar de te verwachten isolatiewaarde op de bouwplaats ( $L'_{nT,w}$ ).

In een reële constructie gelden immers geen ideale laboratoriumvoorwaarden : wanneer een contactgeluid doorheen de vloer dringt, stralen de teweeggebrachte trillingen via het plafond uit naar de onderliggende ruimte en worden ze – anders dan bij een laboratoriumopstelling – doorgegeven naar alle elementen die in contact staan met de vloer en meer bepaald naar de flankerende muren van de ontvangstruimte die het geluid op hun beurt overbrengen naar de ruimte. Het geluid dat men uiteindelijk waarneemt in de ontvangstruimte is met andere woorden de energetische som van de geluidsniveaus die door alle trillingstransmissiewegen afgegeven worden (i.e. hoofdzakelijk door het plafond en de muren). Men moet bijgevolg niet alleen rekening houden met een directe transmissieweg, maar ook met vier flankerende transmissiewegen.

De  $L_{n,w}$ -waarde die opgemeten wordt in het laboratorium komt enkel voort uit de directe transmissie via de scheidingsvloer. In de praktijk zal het totale geluidsniveau dat opgewekt wordt door het contactgeluid dat inwerkt op de bovenliggende vloer echter niet alleen bestaan uit deze directe transmissie, maar tevens vermeerderd worden met de transmissies van de vier flankerende muren. De gemeten  $L'_{nT,w}$ -waarde kan bijgevolg hoger liggen dan bij de laboratoriumopstelling.

een geluidsdempend materiaal aan te brengen tussen de bron en de constructie (bijvoorbeeld een vloerbekleding). Dit materiaal moet met andere woorden een deel van de energie opslorpen zodat het gedeelte dat overgedra-

gen wordt op de structuur beperkt blijft. Het principe is als volgt : hoe soepeler en dikker dit materiaal, hoe meer het contactgeluid gedempt wordt. In de praktijk blijken vloerbekledingen zoals kamerbreed tapijt en soepele

vinyl de meest efficiënte contactgeluidsdempers. Harde vloerbedekkingen zoals betegelingen, natuurstenen vloeren of gelijmd parket dempen het contactgeluid daarentegen slechts weinig of niet.



**Afb. 2** Leidingen die aangebracht werden op de draagvloer.



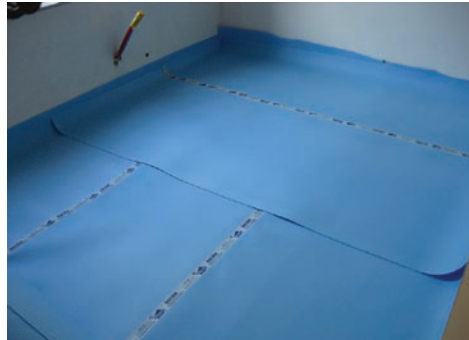
**Afb. 3** Uitvulling van het type cellenbeton.



**Afb. 4** Uitvulling na droging.



**Afb. 5** Reiniging van de werf vóór plaatsing van de elastische tussenlaag.



**Afb. 6** Gekruiste plaatsing van de elastische tussenlagen.



**Afb. 7** Perfecte continuïteit van de elastische tussenlaag.

Opdat de bewoners hun vloerafwerking vrij zouden kunnen kiezen, bepaalt de norm dat de criteria steeds gerespecteerd dienen te worden, ongeacht de vloerbekleding. Men mag zich dus niet enkel baseren op de prestaties van de afwerkingen om een toereikende contactgeluidsisolatie te verwezenlijken. Bij nieuwbouw en grondige verbouwingen zal men bijgevolg eerder een beroep doen op de tweede aanpak : het beperken van de geluidstransmissie doorheen de structuur.

Bij deze methode zorgt men ervoor dat de voortplantingsweg van de trilgolf in de structuur onderbroken wordt. In de praktijk opteert men hierbij meestal voor een zwevende dekvloer. In specifieke toepassingen kan men ook dragende systemen terugvinden die uitgerust zijn met elastische voegen en akoestische voorzetwanden of complete doos-in-doosystemen.

De zwevende dekvloer vormt in dit kader de oplossing bij uitstek en is dan ook een veel voorkomend element in appartementen aangezien hij zorgt voor een contactgeluidsisolatie die onafhankelijk is van de vloerbekleedingskeuze. De term 'zwevende dekvloer' omvat zowel traditionele dekvloeren boven een akoestische isolatielaag, als 'droge' dekvloeren die vaak opgebouwd zijn uit een soepel materiaal (bv. minerale wol) met een hoge dichtheid in combinatie met één of meerdere vloerplaten (bv. uit vezelversterkte gipsplaten).

Tenslotte merken we op dat een contactge-

luidsisolatie langs de onderzijde (akoestisch plafond) doorgaans te zwakke resultaten oplevert om te voldoen aan de criteria uit de norm. Het algemene akoestische comfort tussen woningen hangt bijgevolg af van de zorgvuldige uitvoering van de zwevende dekvloer.

### 3 UITVOERING VAN EEN ZWEVENDE DEKVLOER

#### 3.1 UITVOERINGSPRINCIPE

Hierna beschrijven we het uitvoeringsprincipe van een zwevende dekvloer op een elastische tussenlaag. Voor optimale prestaties mag deze tussenlaag niet rechtstreeks aangebracht worden op de leidingen die op de basisvloer rusten (bv. verwarmingsleidingen en sanitaire leidingen, zie afbeelding 2). Deze laatste kunnen de elastische tussenlaag immers doorpensen en zodoende harde contacten creëren die de soepelheid ervan tenietdoen.

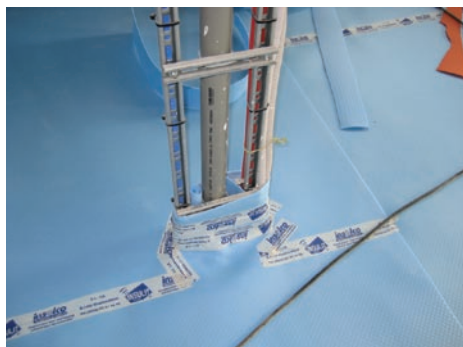
Men moet er met andere woorden steeds op toezien dat er op de leidingen een onderlaag aangebracht wordt die de ondergrond vormt voor de elastische tussenlaag. Deze onderlaag kan onder meer bestaan uit een traditionele dekvloer, een thermisch isolerende dekvloer of een thermisch-akoestische dekvloer (bv. gespoten polyurethaan, polyurethaan- of rubbergranulaten). We willen erop wijzen dat het gebruik van een traditionele dekvloermortel – in tegenstelling tot een lichte, stijve uitvul-

laag (bv. uit cellenbeton, zie afbeelding 3) – de massa van de draagvloer vergroot, hetgeen de contactgeluidsisolatie ten goede komt. Indien men voor een thermisch-akoestische dekvloer kiest, zullen de contactgeluidsdempende prestaties van dit product ook een positieve invloed uitoefenen op de geluidsdemping van de elastische tussenlaag die erop aangebracht wordt.

Op deze vlakke, grondig schoongemaakte ondergrond (zie afbeeldingen 4 en 5), kan men vervolgens de elastische tussenlaag aanbrengen. Men dient er bij de plaatsing op toe te zien dat de verschillende naden van de onderlaag elkaar voldoende overlappen (indien men in twee lagen werkt, dient men de tweede laag haaks of geschrant op de eerste aan te brengen, zie afbeeldingen 6 en 7) of, in het geval van aaneensluitende panelen, ervoor te zorgen dat er geen holtes blijven bestaan tussen de panelen.

De efficiëntie van de zwevende dekvloer hangt niet alleen af van de doordachte keuze van de elastische tussenlaag, maar ook van de kwaliteit van de uitvoering. De contactgeluidsisolatie kan immers drastisch dalen door een minuscuul scheurtje dat men in deze tussenlaag veroorzaakt tijdens de aanbrenging van de dekvloer of één enkel hard contact tussen de dekvloer en de ondergrond ter hoogte van een naad. Dergelijke contactpunten worden toepasselijk aangeduid met de benaming 'akoestische bruggen'.

Een 'kortgesloten' dekvloer zal bovendien



**Afb. 8** Leidingdoorvoer doorheen de elastische tussenlaag : noodzakelijke opstand in de onderlaag.



**Afb. 9** Bescherming van de elastische tussenlaag tegen de voeten van de driepikkel.



**Afb. 10** Plintopstand van de elastische tussenlaag : aandacht voor uitspringende hoeken.



**Afb. 11** Opletten bij de plaatsing.



**Afb. 12** De plintopstand van de tussenlaag blijft zichtbaar bij de plaatsing van de betegeling en het opvoegen.



**Afb. 13** Afwerking van de voegen aan de plinten en tussen de tegels met siliconen.

ook de luchtgeluidsisolatie schade toebragen. Om dit te vermijden en de vrije beweging van de dekvloer mogelijk te maken, moet men ook alle leidingen die de zwevende dekvloer doorkruisen omwikkelen met een elastische tussenlaag die de continuïteit verzorgt met het soepele materiaal op de vloer (zie afbeelding 8). Daarnaast moet men proberen om elke scheurvorming uit te sluiten en ook de voeten van de driepikkel die gebruikt wordt bij de uitvoering van de dekvloer voldoende te omwikkelen (zie afbeelding 9). De trillingen die deze voeten teweegbrengen en hun verplaatsingen kunnen immers de tussenlaag doen scheuren en bijgevolg akoestische bruggen creëren.

Naar analogie hiermee, moet de akoestische isolatielaag een opstand vertonen aan elke muur over de volledige omtrek van de dekvloer (ook ter hoogte van deuren en raamkaders) om een kortsluiting van het zwevende geheel te vermijden tengevolge van een rechtstreeks contact tussen de zwevende dekvloer en de muur (zie afbeelding 10). Deze opstand mag bijgevolg onder geen enkel beding onderbroken worden.

De plintopstand mag slechts na de plaatsing van de vloerbekleding (inclusief opvoeging) afgesneden worden om harde contacten te vermijden die nadelig zijn voor de efficiëntie van de dekvloer (zie afbeelding 12). De speling tussen de plinten en de vloerbekleding dient opgevuld te worden met een soepele voeg (bv. siliconenkit, zie afbeelding 13) om een kortsluiting van het zwevende systeem te voorkomen.

Indien het product dat zich onder de zwevende dekvloer bevindt, niet in een opstand kan worden geplaatst (bv. dikke minerale wol), doet men een beroep op een akoestisch randmembran (bv. een vernet polyethyleenvlies van 5 mm) dat deels tegen de muur en deels op het soepele materiaal aangebracht wordt om de continuïteit van de akoestische onderbreking te verzekeren en elk rechtstreeks contact tussen de zwevende vloer en de muur uit te sluiten. Men dient deze aanbevelingen strikt op te volgen teneinde het rendement van de toegepaste producten te optimaliseren.

Men kan op de markt talrijke elastische tussenlagen terugvinden met sterk uiteenlopende akoestische prestaties, afhankelijk van het materiaal (→ B, p. 6). Zo bestaan er producten uit minerale wol, polyurethaan-, polyethyleen- of polystyreenschuim, kurk of elastomeren. De dikste en soepelste materialen zullen in dit kader doorgaans de beste resultaten opleveren. Diverse van deze materialen moeten echter nog bedekt worden met een dunne plasticfolie alvorens men er de zwevende dekvloer mag op aanbrengen.

We manen aan tot enige voorzichtigheid bij het toepassen van de waarden die in de technisch-commerciële documentatie van de tussenlagen voor zwevende dekvloeren vermeld worden inzake de verbetering van de contactgeluidsisolatie. Deze laboratoriumresultaten gelden immers enkel voor toepassingen op homogene (massieve) vloeren. Ze kunnen bijgevolg sterk

afwijken voor toepassingen op houten vloeren of lichtere homogene vloeren. Daarenboven zijn er bij gespoten producten nooit leidingen aanwezig in de laboratoriumopstelling. De aanwezigheid van leidingen op de werf zal bijgevolg een belangrijke invloed uitoefenen op de benodigde laagdikte van het product, waarvan de prestaties doorgaans sterk zullen verschillen van de laboratoriumprestaties.

Tenslotte werden de onderlagen in het laboratorium vaak beproefd in combinatie met zwevende dekvloeren met een andere dikte dan deze die op de werf gehanteerd wordt. Indien men zich in dit geval baseert op de waarde die vermeld wordt in het proefrapport, dient men ook een dekvloerdikte te hanteren die overeenkomt met deze uit de laboratoriumproef, met een minimum van 60 mm.

### 3.2 UITVOERINGSPROBLEMEN BIJ ZWEVENDE DEKVELOEREN

Zoals reeds duidelijk werd in de voorgaande paragrafen, is de uitvoering van een zwevende dekvloer een delicaat gegeven waarbij er een groot gevaar bestaat voor uitvoeringsgebreken. De elastische tussenlaag kan bovendien bijna tijdens elke uitvoeringsfase scheurtjes oplopen die aanleiding geven tot grote of kleine akoestische bruggen en een sterk verminderde eindisolatie. Het komt er dus op aan om de aanbevelingen uit § 3.1 (p. 3) strikt op te volgen en alle mogelijke voorzorgen te treffen



**Afb. 14** De contactgeluidsisolatie kan onherroepelijk aangetast worden door het ontstaan van akoestische bruggen tengevolge van : een slechte voorbereiding van de uitvullaag (voorwerpen die de tussenlaag kunnen perforeren), het belopen, gereedschap dat onnodig op de tussenlaag achterblijft, onvoldoende overlapping van de naden in de onderlaag, ...



**Afb. 15** Uitspringende hoeken en deurdorpels worden vaak vergeten bij de uitvoering van de plintopstanden van de tussenlaag. Om de continuïteit van de elastische tussenlaag te kunnen garanderen en akoestische bruggen met de flankerende muren te vermijden, dient men op deze plaatsen een elastische ontkoppelingsstrook aan te brengen.



**Afb. 16** Indien de randstrook niet meer zichtbaar is bij de plaatsing van de vloerbekleding, is het erg waarschijnlijk dat er zich reeds flankerende akoestische bruggen gevormd hebben tussen de dekvloer en de muren. Men kan in dit stadium de efficiëntie van de zwevende dekvloer controleren door de isolatie ter plaatse te meten. Indien men echter een slecht resultaat bekommt, is het bijna onmogelijk om de isolatie alsnog te verbeteren zonder de dekvloer uit te breken.



**Afb. 17** Om vlotter te werken, snijdt men vaak verkeerdelijk de plintopstanden van de elastische tussenlaag af vóór men de vloerbekleding aanbrengt. De contacten tussen de betegeling en de muren of de contacten die gevormd worden door de voegen tussen de betegeling en de muur, kunnen in dit geval de zwevende dekvloer kortsluiten, waardoor de contactgeluidsisolatie met meer dan 15 dB kan afnemen en men van een opstelling die voldoet aan de criteria uit de norm, overgaat naar een zeer oncomfortabele situatie.

B

## DE INDICATIEVE WAARDEN $L_{n,w}$ VAN NAAKTE VLOEREN EN $\Delta L_w$ VAN COURANTE ZWEVENDE DEKVLOEREN

### 1 $L_{n,w}$ -waarde van draagvloeren

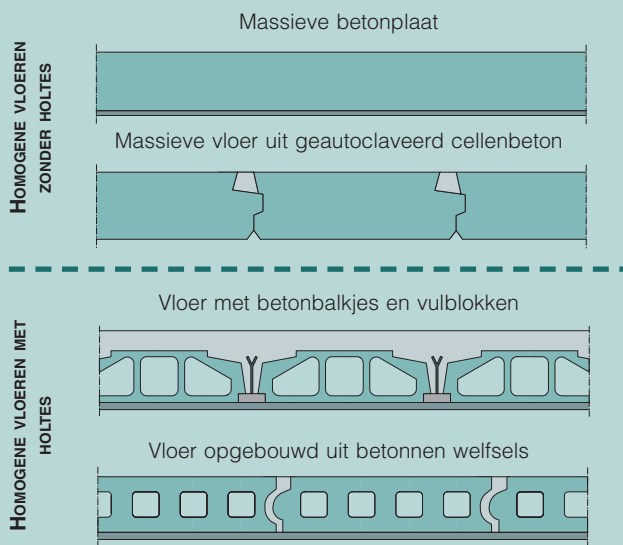
Bij gebrek aan een akoestisch proefrapport over het gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau  $L_{n,w}$  van de voorziene draagstructuur (een nuttig gegeven bij gedetailleerde berekeningen, → E, p. 13), kan men deze waarde inschatten op basis van de oppervlaktetotaal van de vloer (zie tabel 2).

Hoewel een interpolatie tussen de gegevens mogelijk is, zal een extrapolatie foutieve resultaten opleveren. De exacte formule wordt weer gegeven in kader E (p. 13). De waarden uit tabel 2 zijn van toepassing op zware, homogene vloeren (zie afbeelding 18). Voor een licht of poreus beton zullen de reële waarden iets lager liggen, waardoor de gegevens uit de tabel over een zekere veiligheidsmarge beschikken.

**Tabel 2** Isolatie van de basisvloer afhankelijk van zijn oppervlaktetotaal.

| Oppervlaktetotaal $m^2$ | Gestandaardiseerd contactgeluidsniveau $L_{n,w,eq}$ |
|-------------------------|---|
| 100 kg/m <sup>2</sup>   | 94 dB   |
| 150 kg/m <sup>2</sup>   | 88 dB   |
| 200 kg/m <sup>2</sup>   | 83 dB   |
| 250 kg/m <sup>2</sup>   | 80 dB   |
| 300 kg/m <sup>2</sup>   | 77 dB   |
| 350 kg/m <sup>2</sup>   | 75 dB   |
| 400 kg/m <sup>2</sup>   | 73 dB   |
| 450 kg/m <sup>2</sup>   | 71 dB   |
| 500 kg/m <sup>2</sup>   | 70 dB   |
| 550 kg/m <sup>2</sup>   | 68 dB   |
| 600 kg/m <sup>2</sup>   | 67 dB   |

**Afb. 18** Vloeren die beschouwd worden als homogene vloeren.



### 2 $\Delta L_w$ -waarde van zwevende dekvloeren

**Tabel 3** Typewaarden voor  $\Delta L_w$  voor verschillende zwevende dekvloeren.

| Aard van de onderlaag               | Dikte van de onderlaag | Aard van de zwevende dekvloer | $\Delta L_w$ -waarde |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Geëxtrudeerd polystyreen            | 20 mm                  | Cement > 60 mm                | 10 dB                |
|                                     | 30 mm                  |                               | 12 dB                |
|                                     | 40 mm                  |                               | 15 dB                |
| Geëxpandeerd polystyreen            | 20 mm                  | Cement > 60 mm                | 14 dB                |
|                                     | 40 mm                  |                               | 26 dB                |
| Geëxtrudeerd of vernet polyethyleen | 3 mm                   | Cement > 60 mm                | 15 à 19 dB           |
|                                     | 5 mm                   |                               | 20 dB                |
|                                     | 2 x 3 mm               |                               | 20 tot 22 dB         |
|                                     | 8 mm                   |                               | 21 tot 27 dB         |
| Gespoten polyurethaan               | 20 mm                  | Cement > 60 mm                | 22 tot 25 dB         |
|                                     | 30 mm                  |                               | 23 tot 26 dB         |
|                                     | 40 mm                  |                               | 25 tot 26 dB         |
| Gerecycleerd polyurethaan           | 10 mm                  | Cement > 60 mm                | 25 dB                |
|                                     | 2 x 10 mm              |                               | 33 tot 34 dB         |
| Glaswol                             | 8 à 15 mm              | Cement > 60 mm                | 11 tot 31 dB         |
|                                     | 16 à 30 mm             |                               | 17 tot 35 dB         |
| Rotswol                             | 20 mm                  | Cement > 60 mm                | 24 dB                |
|                                     | 30 mm                  |                               | 25 dB                |
|                                     | 50 mm                  |                               | 35 dB                |

(vervolg van de tabel op pagina 7)

B

## DE INDICATIEVE WAARDEN $L_{n,w}$ VAN NAAKTE VLOEREN EN $\Delta L_w$ VAN COURANTE ZWEVENDE DEKVLOEREN (VERVOLG)

**Tabel 3** Typewaarden voor  $\Delta L_w$  voor verschillende zwevende dekvloeren (vervolg).

| Aard van de elastische tussenlaag                  | Dikte van de elastische tussenlaag | Aard van de zwevende dekvloer   | $\Delta L_w$ -waarde |
|--|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Rubbersamenstellingen                              | 20 mm                              | Cement > 60 mm                  | 18 tot 26 dB         |
| Samenstellingen uit composietmaterialen            |                                    |                                 | 12 tot 14 dB         |
| Kurksamenstellingen                                |                                    |                                 | 20 dB                |
| Textielvezelsamenstellingen                        | 6 mm                               | Cement > 60 mm                  | 24 dB                |
| Samenstellingen uit papiercellulose en polystyreen | 45 mm                              | Cement > 60 mm                  | 25 dB                |
| Samenstellingen uit kokosvezels                    | 15 mm                              | Cement > 60 mm                  | 22 dB                |
| Droge dekvloer op basis van polystyreen            | 20 mm                              | Vezelversterkte gipsplaat 22 mm | 16 dB                |
| Droge dekvloer op basis van glaswol                | 50 mm                              | Vezelversterkte gipsplaat 10 mm | 35 dB                |
|  | 30 mm                              |                                 | 29 dB                |
| Droge dekvloer op basis van rotswol                | 50 mm                              | Vezelversterkte gipsplaat 10 mm | 35 dB                |
|  | 30 mm                              | OSB 22 mm                       | 25 dB                |

De waarden uit tabel 3 zijn louter informatief en komen voort uit laboratoriumproeven op zwevende dekvloeren die aangebracht werden op een betonplaat van 160 mm. Voor lichtere draagvloerconstructies mogen deze  $\Delta L_w$ -waarden niet gehanteerd worden. Aangezien deze resultaten afhankelijk zijn van de dikte van de dekvloer die aangebracht werd op de onderlaag en van de exacte samenstelling van deze laatste, hanteert men bij voorspellingsberekeningen bij voorkeur de gegevens uit de proefrapporten van de fabrikant.

opdat er geen enkel contact zou ontstaan tussen de zwevende dekvloer en de draagvloer. Afbeeldingen 14 tot 17 (p. 5) geven een overzicht van een aantal klassieke uitvoeringsgebreken.

#### 4 ONTWERPVOORWAARDEN OM TE VOLDOEN AAN DE CRITERIA UIT DE NORM

Aan het begin van dit artikel gaf tabel 1 (p. 1) de volgende drie grote contactgeluidsniveaus op die men dient te respecteren tussen woningen :

- een maximale  $L'_{nT,w}$ -waarde van 58 dB voor

- een normaal comfort tussen twee ruimten
- een maximale  $L'_{nT,w}$ -waarde van 54 dB voor een normaal comfort in een slaapkamer die grenst aan een ruimte die geen slaapkamer is
- een maximale  $L'_{nT,w}$ -waarde van 50 dB voor een verhoogd akoestisch comfort.

Met behulp van de rekenmethode uit de norm NBN EN 12354-2 [3] kan men de vloeropbouw bepalen waarmee men aan de verschillende criteria kan voldoen. Tabel 4 hieronder vat de gedetailleerde methode uit § 5 (p. 8) samen en bevat de resultaten van diverse simulaties en controlemetingen *in situ*. De omschreven vloeropbouwen houden met andere woorden rekening met

de reële uitvoeringsvoorwaarden op de werf.

De waarden uit tabel 4 zijn van toepassing op een dekvloer van minstens 60 mm dik. Ook het volume van de ontvangstruimte beïnvloedt de  $L'_{nT,w}$ -waarde. Zo zullen de resultaten zwakker uitvallen dan de opgegeven waarden voor ruimten kleiner dan 31 m<sup>3</sup> en zullen de resultaten van ruimten groter dan 31 m<sup>3</sup> hoger liggen dan de opgegeven waarden.

Tenslotte zal ook de aard van de flankerende wanden een invloed uitoefenen op deze waarden : ze zullen bijvoorbeeld lager (veiliger) zijn bij het gebruik van zware wanden (bv. uit silicaatsteen of beton).

**Tabel 4** Vloeropbouwen waarmee men kan voldoen aan de criteria voor de contactgeluidsisolatie tussen ruimten ( $L'_{nT,w}$ ).

| Type draagvloer   | Uitvullaag (1) uit cellenbeton + akoestische-isolatielaag van de zwevende dekvloer (2) |   | Klassieke uitvullaag (1) + akoestische-isolatielaag van de zwevende dekvloer (2) |   | Gespoten akoestische uitvullaag               |
|---|--|---|--|---|---|
|   | $\Delta L_w = 18$ dB<br>(bv. PE 5 mm)  | $\Delta L_w = 21$ dB<br>(bv. 2 x PE 5 mm) | $\Delta L_w = 18$ dB<br>(bv. PE 5 mm)  | $\Delta L_w = 21$ dB<br>(bv. 2 x PE 5 mm) | $\Delta L_w = 25$ dB<br>(bv. polyether 50 mm) |
| Welfsels (16 cm)  | Niet van toepassing  | < 58 dB                                   | < 58 dB  | < 58 dB                                   | < 58 dB                                       |
| Breedvloerplaat + beton (totaal : 15 cm) / Welfsel (16 cm) + druklaag (5 cm) (totaal : 21 cm) | < 58 dB  | < 58 dB                                   | < 58 dB  | < 54 dB                                   | < 54 dB                                       |
| Breedvloerplaat + beton (totaal : 20 cm)  | < 58 dB  | < 54 dB                                   | < 54 dB  | < 50 dB                                   | < 50 dB                                       |
| Breedvloerplaat + beton (totaal : 25 cm)  | < 54 dB  | < 50 dB                                   | < 54 dB  | < 50 dB                                   | < 50 dB                                       |

(1) Het gaat hier om een uitvullaag die de leidingen onder de akoestische-isolatielaag bedekt.

(2) Het gaat hier om een traditionele gewapende dekvloer met een dikte  $\geq 60$  mm.

## 5 BEREKENING VAN DE CONTACTGELUIDSISOLATIE IN SITU

### 5.1 ALGEMEEN

De eisen uit de norm NBN S 01-400 [5] hebben betrekking op de contactgeluidsisolatie die gemeten wordt in het afgewerkte gebouw, ongeacht de aangebrachte vloerbekleding. Het is met andere woorden zeer belangrijk om reeds tijdens het ontwerp (van de nieuwbouw of renovatie) te kunnen verifiëren of deze eisen gerespecteerd zullen worden. Men kan de contactgeluidsisolatie van een toekomstig gebouw voorspellen aan de hand van de rekenmethodes uit de norm NBN EN 12354-2 [3].

Met de voorspellingsmethode die we hieronder beschrijven, kan men zowel de contactgeluidsisolatie tussen twee ruimte van een toekomstig gebouw bepalen, als nagaan of er voldaan zal worden aan de eisen uit de norm. Deze vereenvoudigde rekenmodule is enkel van toepassing op boven elkaar gelegen woonruimten met een normale grootte en op massiefbouw (uit metselwerk en/of beton, zie afbeelding 18, p. 6). Ze mag bijgevolg niet toegepast worden op woningen met bijvoorbeeld houtskeletbouw. Kader A (p. 2) geeft een gedetailleerd overzicht van de akoestische grootheden uit de berekeningen. De andere parameters zijn de oppervlaktemassa van de draagvloeren, de muren evenals het volume van de ontvangstruimte.

De rekenmodule veronderstelt vanzelfsprekend een correcte uitvoering en betrouwbare gegevens. Men moet bijgevolg voorzichtig omspringen met laboratoriumproefresultaten met een vage betrouwbaarheid (bv. resultaten waarbij de beproefde opstelling niet in detail beschreven worden) en vloeropbouwen die te sterk afwijken van de proefopstelling in het laboratorium (bv. lichtere draagvloer).

### 5.2 BEREKENING VAN HET GEWOGEN GESTANDAARDISEERDE CONTACTGELUIDSNIVEAU

Met deze berekening kan men bepalen in welke mate de gewogen contactgeluidsverbetering  $\Delta L_w$  van het zwevende systeem (2) op de homogene draagvloer moet toenemen om te voldoen aan het gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau  $L'_{nT,w}$  (in dB) uit de norm NBN S 01-400-1 [5] (zie tabel 1, p. 1). Kader C (p. 9) geeft de rekenmethode weer in de vorm van tabellen die opgesteld werden met de gedetailleerde rekenregels uit kader E (p. 13).

De  $\Delta L_w$ -waarde die we met deze methode berekenen, stelt de verbetering voor van een geheel (zwevende dekvloer op een onderlaag die steunt op een betonplaat van 16 cm) en geeft dus niet enkel een beeld van de akoestische ef-

The screenshot shows a web browser window displaying a calculation tool. The title bar reads 'http://www.bbri.be/antenne\_norm/akoestiek/nl/frnl\_modules\_de\_calcul/WTCB\_berekening\_contactgelu'. The browser address bar shows the same URL. The page content is a spreadsheet-like interface with columns A through I and rows 1 through 50. The main content area is titled 'Voorspellingsmethode voor het contactgeluidsniveau in situ op basis van  $L_{n,w}$  en  $\Delta L_w$ '. It includes a description of the method based on EN 12354-2:2000, input fields for 'Invoergegevens' (Surface mass of basis floor: 280 kg/m², Volume of receiving room: 80 m³, Flanking walls: 150 kg/m²), and three calculation steps. Step 1: 'Berekening van het genormaliseerde contactgeluidsniveau van de basisvloer' with formula  $L_{n,w,eq} = 164 - 35 \lg \left[ \frac{m'}{1} \right]$  resulting in 78 dB. Step 2: 'Berekening van het genormaliseerde contactgeluidsniveau in situ  $L'_{n,w}$ ' with formula  $L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K + 2$  resulting in 61 dB. Step 3: 'Berekening van het gestandaardiseerde contactgeluidsniveau in situ  $L'_{nT,w}$  volgens NBN S01-400-1' with formula  $L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \lg \left( \frac{0,161}{10T_0} V \right)$  resulting in 57 dB. A note at the bottom explains the reference time  $T_0$ .

Afb. 19 Screenshot van de rekenmodule voor het berekenen van de contactgeluidsisolatie (beschikbaar op [www.normen.be](http://www.normen.be)).

ficiëntie van de onderlaag. Hoe hoger de  $\Delta L_w$ -waarde, hoe beter de contactgeluidsisolatie van de onderlaag. Men kan deze waarde terugvinden in de proefrapporten van de fabrikanten en leveranciers van akoestische isolatielagen. Voor een correcte voorspelling moeten de plaatsingsvoorwaarden (tussenlaag geplaatst op een vlakke ondergrond zonder leidingdoorvoeren) en de gehanteerde diktes (van de dekvloer) minstens gelijk zijn aan deze die gebruikt werden bij de laboratoriumproeven. Tabel 2 (→ B, p. 6) geeft een overzicht van de  $\Delta L_w$ -waarden van enkele courant toegepaste zwevende dekvloeren.

De rekenmethode houdt bij het evalueren van de prestaties *in situ* zowel rekening met het volume van de ontvangstruimte als met de overdacht van contactgeluiden via de flankerende muren. In de berekening die we hierna zullen beschrijven, wordt de omvang van de flankerende geluidstransmissie beoordeeld aan de hand van de oppervlaktemassa van deze muren. Indien alle muren voorzien zijn van een akoestische ondubbeling (bv. minerale wol in combinatie met gipsplaten), zal de contactgeluidstransmissie langs deze weg miniem zijn. Indien slechts een gedeelte van

de muren voorzien werd van een akoestische voorzetwand, dient men bij de berekening van de nodige  $\Delta L_w$ -waarde van het zwevende systeem rekening te houden met de gemiddelde oppervlaktemassa van de onbedekte muren.

Om een  $\Delta L_w$ -waarde hoger dan 30 dB te vermijden, is het raadzaam op zoek te gaan naar alternatieven waarbij men wijzigingen aanbrengt aan de draagvloer en/of aan de samenstelling van de flankerende muren. Men kan ondermeer de volgende aanpassingen overwegen :

- de inplanting van de ruimten wijzigen (bij een normaal akoestisch comfort)
- de oppervlaktemassa van de basisvloer aanpassen (dikkere vloerplaat)
- in mindere mate, de flankerende wanden optimaliseren (verzwaren of voorzien van een akoestische voorzetwand).

Op de website [www.normen.be](http://www.normen.be) kan men een eenvoudig te gebruiken rekenmethode terugvinden (rubriek 'akoestiek', thema 'contactgeluidsisolatie binnen gebouwen', 'rekenmodules', rechtstreekse link : [http://www.bbri.be/antenne\\_norm/akoestiek/nl/frnl\\_modules\\_de\\_calcul/WTCB\\_berekening\\_contactgeluid\\_in\\_situ.xls](http://www.bbri.be/antenne_norm/akoestiek/nl/frnl_modules_de_calcul/WTCB_berekening_contactgeluid_in_situ.xls)).

(2) Hoewel contactgeluiden gedempt kunnen worden door soepele vloerbekledingen, dienen de eisen uit de norm nageleefd te worden, ongeacht de vloerbekleding. Een zwevende (klassieke of droge) dekvloer is met andere woorden onvermijdelijk in meergezinswoningen.





## BEPALING VAN DE $\Delta L_w$ -WAARDE VAN EEN ZWEVEND SYSTEEM OM TE VOLDOEN AAN DE CRITERIA UIT DE NORM

### Stap 1

Men leest de benodigde  $L'_{nT,w}$ -waarde voor een specifieke situatie (normaal of verhoogd akoestisch comfort, het soort ruimte) af uit tabel 1 (p.1).

### Stap 2

Men leest de benodigde  $\Delta L_w$ -prestaties van de zwevende dekvloer af uit tabellen 5, 6 en 7, afhankelijk van de vooropgestelde prestaties ( $L'_{nT,w} = 50, 54$  of  $58$  dB).

**Tabel 5** Minimaal benodigde  $\Delta L_w$ -waarde [dB] voor een  $L'_{nT,w}$ -waarde = 50 dB.

| Gemiddelde oppervlaktemassa van de flankerende muren [kg/m <sup>2</sup> ] | Oppervlaktemassa van de basisvloer [kg/m <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 350   | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 100   | 30  | 29  | 27  | 26  | 25  | 24  |
| 150   | 29  | 27  | 26  | 25  | 24  | 23  |
| 200   | 28  | 27  | 25  | 24  | 23  | 22  |
| 250   | 28  | 26  | 25  | 24  | 22  | 21  |
| 300   | 28  | 26  | 24  | 23  | 22  | 21  |
| 350   | 28  | 26  | 24  | 23  | 21  | 20  |
| 400   | 27  | 26  | 24  | 23  | 21  | 20  |
| 450   | 27  | 25  | 24  | 23  | 21  | 20  |
| 500   | 27  | 25  | 24  | 23  | 21  | 20  |

**Tabel 6** Minimaal benodigde  $\Delta L_w$ -waarde [dB] voor een  $L'_{nT,w}$ -waarde = 54 dB.

| Gemiddelde oppervlaktemassa van de flankerende muren [kg/m <sup>2</sup> ] | Oppervlaktemassa van de basisvloer [kg/m <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 350   | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 100   | 26  | 25  | 23  | 22  | 21  | 20  |
| 150   | 25  | 23  | 22  | 21  | 20  | 19  |
| 200   | 24  | 23  | 21  | 20  | 19  | 18  |
| 250   | 24  | 22  | 21  | 20  | 18  | 17  |
| 300   | 24  | 22  | 20  | 19  | 18  | 17  |
| 350   | 24  | 22  | 20  | 19  | 17  | 16  |
| 400   | 23  | 22  | 20  | 19  | 17  | 16  |
| 450   | 23  | 21  | 20  | 19  | 17  | 16  |
| 500   | 23  | 21  | 20  | 19  | 17  | 16  |

**Tabel 7** Minimaal benodigde  $\Delta L_w$ -waarde [dB] voor een  $L'_{nT,w}$ -waarde = 58 dB.

| Gemiddelde oppervlaktemassa van de flankerende muren [kg/m <sup>2</sup> ] | Oppervlaktemassa van de basisvloer [kg/m <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 350   | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 100   | 22  | 21  | 19  | 18  | 17  | 16  |
| 150   | 21  | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  |
| 200   | 20  | 19  | 17  | 16  | 15  | 14  |
| 250   | 20  | 18  | 17  | 16  | 14  | 13  |
| 300   | 20  | 18  | 16  | 15  | 14  | 13  |
| 350   | 20  | 18  | 16  | 15  | 13  | 12  |
| 400   | 19  | 18  | 16  | 15  | 13  | 12  |
| 450   | 19  | 17  | 16  | 15  | 13  | 12  |
| 500   | 19  | 17  | 16  | 15  | 13  | 12  |

### Stap 3

Aangezien het volume van de ontvangstruimte een invloed uitoefent op het eindresultaat, past men een correctieterm toe op de gevonden  $\Delta L_w$ -waarde (zie tabel 8, p. 10). Zo bekomt men dat voor een  $\Delta L_w$ -prestatie van 25 dB uit stap 2, de benodigde  $\Delta L_w$ -waarde van de zwevende dekvloer  $25 - 5 = 20$  dB bedraagt voor een ruimte van 100 m<sup>3</sup>.

(vervolg van het kaderstuk op pagina 10)



## BEPALING VAN DE $\Delta L_w$ -WAARDE VAN EEN ZWEVEND SYSTEEM OM TE VOLDOEN AAN DE CRITERIA UIT DE NORM (VERVOLG)

### Stap 4

Men gaat in de technische documentatie van de fabrikanten op zoek naar een vloersamenstelling waarvan de  $\Delta L_w$ -waarde minstens gelijk is aan de waarde die men verkreeg in stap 3.

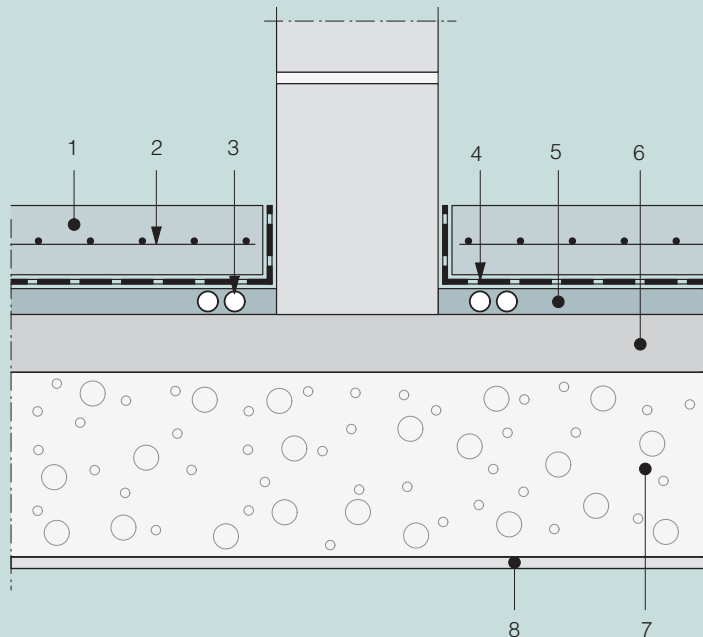
**Tabel 8** Correctieterm die rekening houdt met het volume van de ontvangtruimte.

| Volume van de ontvangtruimte | Correctieterm |
|------------------------------|---------------|
| 15 m <sup>3</sup>            | 3 dB          |
| 20 m <sup>3</sup>            | 2 dB          |
| 30 m <sup>3</sup>            | 0 dB          |
| 40 m <sup>3</sup>            | -1 dB         |
| 50 m <sup>3</sup>            | -2 dB         |
| 60 m <sup>3</sup>            | -3 dB         |
| 70 m <sup>3</sup>            | -4 dB         |
| 80 m <sup>3</sup>            | -4 dB         |
| 90 m <sup>3</sup>            | -5 dB         |
| 100 m <sup>3</sup>           | -5 dB         |
| 110 m <sup>3</sup>           | -5 dB         |
| 120 m <sup>3</sup>           | -6 dB         |
| 130 m <sup>3</sup>           | -6 dB         |
| 140 m <sup>3</sup>           | -7 dB         |
| 150 m <sup>3</sup>           | -7 dB         |
| 160 m <sup>3</sup>           | -7 dB         |
| 170 m <sup>3</sup>           | -7 dB         |
| 180 m <sup>3</sup>           | -8 dB         |
| 190 m <sup>3</sup>           | -8 dB         |
| 200 m <sup>3</sup>           | -8 dB         |



## 1 ZWEVENDE DEKVLOER OP WELFSELS MET DRUKBETON

We beschouwen een slaapkamer met een volume van  $50 \text{ m}^3$  die zich onder de slaapkamer van een ander appartement bevindt in een gebouw waarop een normaal akoestisch comfort van toepassing is. De vloer is opgebouwd uit welfsels van 16 cm en een vulmortel bovenop een tweedefasebeton van 5 cm dik. De muren van de ruimte bestaan uit bepleisterde baksteenblokken van 14 cm dikte (geperforeerde isolerende stenen van  $900 \text{ kg/m}^3$ ). Hoeveel moet de  $\Delta L_w$ -isolatiewaarde van de zwevende dekvloer bedragen om te kunnen voldoen aan de eisen uit de norm ?



**Afb. 20** Principeschema van een basisvloer uit welfsels met drukbeton.

1. dekvloer
2. wapeningsnet
3. leidingen
4. elastische tussenlaag
5. vulmortel
6. tweedefasebeton
7. welfsels
8. bepleistering

We hanteren de berekeningsmethode uit kader C (p. 9).

### Stap 1

Volgens tabel 1 (p. 1) mag de  $L'_{nT,w}$ -waarde ten hoogste 58 dB bedragen om een normaal akoestisch comfort te kunnen garanderen in een slaapkamer die zich onder een andere slaapkamer bevindt.

### Stap 2

We gebruiken tabel 7 (p. 9) om de benodigde  $\Delta L_w$ -waarde van de zwevende dekvloer te berekenen :

- oppervlaktemassa van de basisvloer :  $410 \text{ kg/m}^2$  ( $10 + 251 + 23 + 2500 \times 0,05$ )
- oppervlaktemassa van de flankerende muren :  $146 \text{ kg/m}^2$  ( $900 \times 0,14 + 2 \times 1000 \times 0,01$ )
- men bekomt een  $\Delta L_w$ -waarde = 19 dB.

### Stap 3

Aangezien het volume van de ruimte  $50 \text{ m}^3$  bedraagt, dient men een correctiefactor van  $19 \text{ dB} - 2 \text{ dB} = 17 \text{ dB}$  toe te passen op de  $\Delta L_w$ -waarde (tabel 8, p. 10).

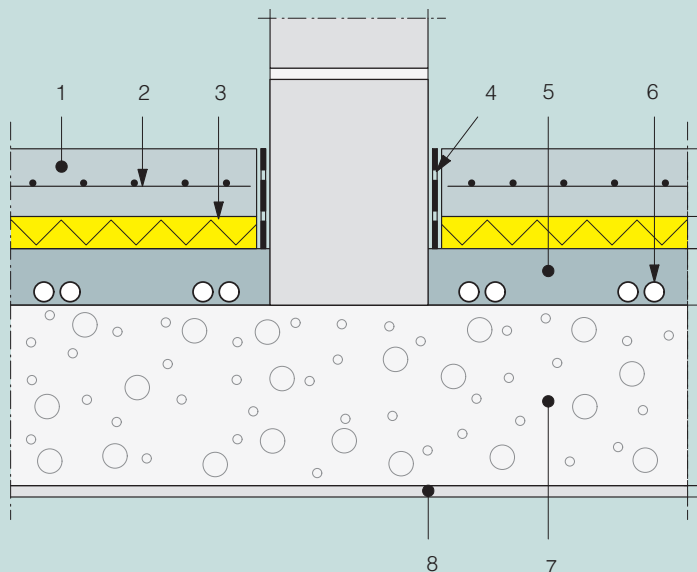
### Stap 4

Om deze prestatie te behalen, kan men een polyethyleenlaag van 3 mm voorzien onder een zwevende dekvloer van 60 mm dik ( $\rightarrow$  B, p. 6).

(vervolg van het kaderstuk op pagina 12)

## 2 ZWEVENDE DEKVLOER OP EEN VOLLE BETONPLAAT

We beschouwen een slaapkamer met een volume van  $40 \text{ m}^3$  die zich onder de keuken van een ander appartement bevindt in een gebouw waarop een verhoogd akoestisch comfort van toepassing is. De vloerstructuur is opgebouwd uit een breedvloerplaat met een totale dikte van 16 cm (inclusief de bovenliggende betonlaag) en een dekvloer van 5 cm die de leidingen bedekt. De muren van de ruimte bestaan uit bepleisterde kalkzandstenen van 15 cm. Hoeveel moet de  $\Delta L_w$ -isolatiewaarde van de zwevende dekvloer bedragen om te kunnen voldoen aan de eisen uit de norm ?



Afb. 21 Principeschema van een volle betonplaat.

1. dekvloer
2. wapeningsnet
3. thermische en akoestische isolatie
4. ontkoppelingsmembraan
5. uitvullaag
6. leidingen
7. draagvloer
8. bepleistering

We hanteren de berekeningsmethode uit kader C (p. 9).

## Stap 1

Volgens tabel 1 (p. 1) mag de  $\Delta L_{nt,w}^*$ -waarde ten hoogste 50 dB bedragen om een verhoogd akoestisch comfort te kunnen garanderen in een slaapkamer die zich onder een keuken bevindt.

## Stap 2

We gebruiken tabel 5 (p. 9) om de benodigde  $\Delta L_w$ -prestaties van de zwevende dekvloer te berekenen :

- oppervlaktemassa van de basisvloer :  $500 \text{ kg/m}^2$  ( $10 + 2500 \times 0,16 + 1800 \times 0,05$ )
- oppervlaktemassa van de flankerende muren :  $280 \text{ kg/m}^2$
- men bekomt een  $\Delta L_w$ -waarde = 23 dB.

## Stap 3

Aangezien het volume van de ruimte  $40 \text{ m}^3$  bedraagt, dient men een correctiefactor van  $23 \text{ dB} - 1 \text{ dB} = 22 \text{ dB}$  toe te passen op de  $\Delta L_w$ -waarde (tabel 8, p. 10).

## Stap 4

Om deze prestatie te behalen, kan men een akoestische polyurethaanlaag van 30 mm voorzien onder een dekvloer van 60 mm dikte (→ B, p. 6).



## VEREENVOUDIGDE VOORSPELLINGSMETHODE : VERDUIDELIJKING

Men hanteert momenteel meestal de norm NBN EN 12354-2 [3] voor de voorspelling van contactgeluiden. Deze norm beschrijft rekenmethodes voor de contactgeluidsisolatie tussen ruimten en steunt hierbij hoofdzakelijk op meetgegevens die niet alleen de directe transmissie ( $L_{n,w}$ -waarde gemeten in het laboratorium) weergeven, maar ook de indirecte flankerende transmissie via gebouwelementen en de theoretische methodes voor de evaluatie van de geluidsoverdracht in structurele elementen. De norm stelt twee rekenmethodes voor. Het eerste 'gedetailleerde model' maakt gebruik van frequentiebanden en complexe begrippen en wordt voornamelijk gebruikt door akoestische experts die rekenmodules of voorspellingsprogramma's ontwikkelen voor de eindgebruiker opdat deze laatste zijn hoofd niet zou moeten breken over de moeilijke vergelijkingen. Dit model vertoont echter bepaalde gebreken die beschreven worden in de norm. Zo kan het gedetailleerde model bijvoorbeeld niet toegepast worden op houten vloeren of andere lichte composietvloeren aangezien er nog te weinig laboratoriumgegevens beschikbaar zijn over de prestaties van zwevende systemen in combinatie met dergelijke structuren.

Met het tweede 'vereenvoudigde model' kan men de isolatiewaarden *in situ* bepalen op basis van de productprestaties. Dit model maakt gebruik van relatief eenvoudige rekenregels. Zo hanteert men bij de berekening gewogen of 'gemiddelde' waarden, die niet uitgedrukt moeten worden in frequentiebanden. Deze vereenvoudigde methode is bijgevolg enkel van toepassing op homogene constructies (zie afbeelding 18) die bestaan uit een zwevende vloer of een soepele vloerbekleding op een homogene vloer (houtskeletbouw komt bijvoorbeeld niet in aanmerking). Dit model geldt bovendien enkel voor boven elkaar gelegen woonruimten met normale afmetingen.

Beide modellen veronderstellen een correcte uitvoering en betrouwbare basisgegevens. De nauwkeurigheid van de berekening zal afhangen van diverse factoren: de nauwkeurigheid van de basisgegevens, de aanpassing van de situatie aan het model, het soort elementen en verbindingen, de geometrie van de situatie en de uitvoering. De ervaring leert ons dat, bij het gebruik van correcte basisgegevens, ongeveer 60 % van de voorspelde waarden ongeveer 2 dB afwijkt van de gemeten waarden en dat 100 % van de waarden ongeveer 4 dB afwijkt.

Hieronder geven we de formule weer voor de voorspelling van het gewogen gestandaardiseerde contactgeluidsniveau volgens de vereenvoudigde methode. Deze formule werd bovendien gehanteerd voor de opstelling van tabellen 5 tot 8 ( $\rightarrow$  C, p. 9 en 10).

$$L'_{nT,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K - 10 \lg \frac{V}{30} + 2$$

waarbij:

- $L_{n,w,eq}$  = het gewogen genormaliseerde contactgeluidsniveau van de basisvloer (dB); deze waarde kan op twee manieren berekend worden:
  - idealiter op basis van de documentatie van de fabrikant (proefrapport dat de  $L_{n,w}$ -waarde vermeldt)
  - door berekening aan de hand van de onderstaande formule die geldt voor  $100 \text{ kg/m}^2 < m' < 600 \text{ kg/m}^2$ :  $L_{n,w,eq} = 164 - 35 \lg \left[ \frac{m'}{1} \right]$ , waarbij  $m'$  de oppervlaktemassa van de basisvloer voorstelt ( $\rightarrow$  B, p. 6)
- $\Delta L_w$  = de vermindering van het gewogen contactgeluidsniveau (dB) die bepaald wordt op één van de volgende manieren:
  - op basis van de documentatie van de fabrikant (proefrapport dat de  $\Delta L_w$ -waarde vermeldt) of de typewaarden uit kader B (p. 6)
  - door berekening (minder exact) aan de hand van de dynamische stijfheid  $s'$  van de onderlaag en de oppervlaktemassa  $m'$  van de zwevende dekvloer [6]
- $K$  = correctiefactor voor de flankerende transmissie (dB), verkregen uit tabel 9
- $V$  = volume van de ontvangstruimte ( $\text{m}^3$ )
- 2 = een veiligheidsterm (dB); in de vereenvoudigde formule van de norm NBN EN ISO 12354-2 komt deze term niet voor.

**Tabel 9 Correctiefactor K voor de flankerende transmissie (in dB).**

| Oppervlaktemassa van de basisvloer [ $\text{kg/m}^2$ ] | Gemiddelde oppervlaktemassa van de flankerende homogene elementen zonder voorzetwanden [ $\text{kg/m}^2$ ] |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | 100  | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 100  | 1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 150  | 1  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 200  | 2  | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 250  | 2  | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 300  | 3  | 2   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 350  | 3  | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   |
| 400  | 4  | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   |
| 450  | 4  | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 500  | 4  | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 550  | 5  | 4   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 600  | 5  | 4   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 650  | 5  | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
| 700  | 5  | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
| 750  | 6  | 4   | 4   | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   |
| 800  | 6  | 4   | 4   | 3   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   |
| 850  | 6  | 5   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 900  | 6  | 5   | 4   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   |



1. Bureau voor normalisatie  
NBN EN ISO 140-1 tot 18 Geluidleer. Meting van geluidwering in gebouwen en bouwdelen. Brussel, NBN, 1995-2009.
2. Bureau voor normalisatie  
NBN EN ISO 717-2 Geluidleer. Bepaling van de geluidisolatie in gebouwen en van gebouwdelen. Deel 2 : Kloopgeluidisolatie (ISO 717-2:1996). Brussel, NBN, 1997.
3. Bureau voor normalisatie  
NBN EN 12354-2 Bouwakoestiek. Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging. Deel 2 : Kloopgeluidwering tussen vertrekken. Brussel, NBN, 2000.
4. Bureau voor normalisatie  
NBN S 01-400 Akoestiek. Criteria van de akoestische isolatie. Brussel, NBN, 1977.
5. Bureau voor normalisatie  
NBN S 01-400-1 Akoestische criteria voor woongebouwen. Brussel, NBN, 2008.
6. Henderieckx F. en Mertens C.  
Dynamische stijfheid en akoestische transmissie van contactgeluiden. Brussel, WTCB-Tijdschrift, nr. 4, 1988.
7. Wetenschappelijk en technisch centrum voor het bouwbedrijf  
De nieuwe norm NBN S 01-400-1. Akoestische criteria voor woongebouwen. Brussel, bijlage bij WTCB-Contact nr. 13, 1e trimester 2007 (2<sup>e</sup> editie, januari 2008).