

ISOVER

Uitgave 2007

Theorie en praktijk over
contactgeluidisolatie
met verend opgelegde
dekvloeren

www.isover.nl

Vademecum



Isover Vademecum

Theorie en praktijk over
contactgeluidisolatie met verend
opgelegde dekvloeren

Isover heeft een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze publicatie. Voor dit handboek hebben wij gestreefd naar zo accuraat en recent mogelijke gegevens. Toch kan niet worden uitgesloten dat de inhoud onjuistheden bevat. De gebruiker van dit vademecum aanvaardt door aanname/gebruik hiervan daarvoor het risico uitdrukkelijk. Isover sluit iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van informatie uit dit vademecum.

Voorwoord

In de bouw wordt steeds meer aandacht besteed aan een goede contactgeluidisolatie van vloeren. Vooral in appartementsgebouwen verhoogt een goede contactgeluidisolatie het wooncomfort. Bij projecten is het vaak niet voldoende om te voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. Steeds vaker worden er hogere eisen gesteld volgens de zogenaamde Comfortklassen.

Goede contactgeluidisolatie kan worden gerealiseerd met behulp van verend opgelegde dekvloeren, ook wel zwevende dekvloeren genoemd. Deze constructie maakt dunnere en vooral lichtere verdiepingsvloeren mogelijk dan massieve vloeren. Een goed resultaat is van een aantal factoren afhankelijk, zoals de keuze van het isolatiemateriaal, de constructie en detaillering, de planning van de werkzaamheden en de uitvoering.

Dit vademecum is bedoeld voor professionals in de bouw die te maken hebben met de eisen van contactgeluidisolatie en het toepassen van zwevende dekvloeren, zowel in de ontwerp- als in de uitvoeringsfase. Theorie en praktijk worden in een aantal hoofdstukken behandeld, aangevuld met resultaten van geluidmetingen. Dit vademecum is daarmee een handig hulpmiddel in de praktijk.

De inhoud van dit vademecum is gebaseerd op verschillende bronnen, waaronder SBR 485 Zwevende dekvloeren in de woningbouw (2005) en diverse normen, praktijkrichtlijnen en overige publicaties (zie literatuurlijst).

De samenstellers van dit vademecum danken de heer ir. P.F. van Deelen, zelfstandig bouwtechnisch journalist, de heer ir. W.G.M. Beentjes van Lichtveld Buis & Partners en de heren ing. G. Nijman en J. Gravemaker van Gyvlon voor hun kritische opmerkingen en geleverde bijdragen.

Saint-Gobain Isover Benelux B.V.

Inhoud

1. Saint-Gobain Isover	7
1.1 Het bedrijf Saint-Gobain Isover.....	7
1.2 Milieuzorg productieproces	7
1.3 De eigenschappen van glaswol	8
2. Geluid.....	11
2.1 Wat is geluid?.....	11
2.2 Contactgeluid en luchtgeluid.....	13
2.3 Grootheden en eengetalsaanduidingen van contact- geluidisolatie	14
2.4 Eisen aan contactgeluidisolatie.....	15
3. NEN 5077 introduceert nieuwe termen voor geluidisolatie ...	19
3.1 Contactgeluidisolatie	19
3.2 Luchtgeluidisolatie.....	21
4. Verend opgelegde dekvloeren.....	23
4.1 Toepassingen	23
4.2 Geluidisolerende werking	23
4.3 Onderdelen en hun functie	24
5. Opbouw en akoestische prestaties	27
5.1 Massief of verend opgelegd?.....	27
5.2 Verbetering met een verend opgelegde dekvloer	28
5.3 Akoestische eigenschappen verende laag.....	30
5.4 Akoestische prestaties met Isover Sonefloor.....	31
6. Constructie en detaillering.....	33
6.1 Draagvloer	33
6.2 Uitvullaag	33
6.3 Verende laag	34
6.4 Kantstroken	36
6.5 Folie.....	37
6.6 Dekvloer.....	38
6.7 Leidingen	41
6.8 Vloerverwarming	42
6.9 Natte ruimten.....	43
6.10 Binnenwanden	44

7. Aandachtspunten bij de uitvoering	47
7.1 Werkvolgorde en planning	47
7.2 Aanbrengen verende laag en folie	47
7.3 Aanbrengen vloerverwarming	48
7.4 Aanbrengen en afwerken dekvloer	48
7.5 Tijdens de afbouw	49
7.6 Plinten	49
7.7 Ingebruikneming	49
8. Tips voor bewoners en verenigingen van eigenaren (vve)	51
8.1 Harde vloerafwerking vrijhouden van wanden en leidingen	51
8.2 Niet verend op verend!	51
9. Isover productinformatie	52
9.1 Isover Sonefloor	52
9.2 Isover Sonefloor Classic	54
10. Resultaten	56
10.1 Laboratoriummetingen	56
10.2 Praktijkvoorbeelden	56
11. Begrippen	58
Literatuur	60



1. Saint-Gobain Isover

1.1 Het bedrijf Saint-Gobain Isover

Saint-Gobain Isover is met 44 fabrieken wereldwijd de grootste producent van isolatiematerialen en maakt deel uit van de Franse multinational Saint-Gobain. Saint-Gobain is met meer dan 200.000 werknemers en een omzet van ca. 41 miljard Euro (2006) de belangrijkste aanbieder van bouwmaterialen ter wereld. De missie van Isover is om efficiënte isolatieoplossingen te ontwikkelen die comfort en veiligheid bieden en die helpen om het milieu te beschermen. De producten van Isover worden toegepast in onder meer de woningbouw, utiliteitsbouw, metaalbouw, prefab houtbouw en in de doe-het-zelf markt.

Isover isolatie is een duurzaam product

Isover isolatie is een duurzaam product bij uitstek. Een goed geïsoleerd gebouw bespaart veel energie. Dit levert een forse besparing op de energierekening op. Een lager energieverbruik betekent ook dat er minder schaarse brandstoffen nodig zijn en dat er minder schadelijk afvalgasen vrijkomen. Deze zogenaamde broeikasgassen, voornamelijk koolstofdioxide (CO₂), zijn de oorzaak van klimaatveranderingen. Isover isolatie draagt dan ook bij aan de bescherming van het milieu.

Stichting Spaar Het Klimaat

De stichting Spaar Het Klimaat is op initiatief van Isover opgericht om energiebesparing in de bestaande bouw beter te benutten. Hiervoor is een campagne gestart om het belang van grootschalige isolatie van bestaande woningen onder de aandacht te brengen. De campagne Spaar Het Klimaat wordt ondersteund door een groot aantal bouwtoeleveranciers, en daaraan gerelateerde bedrijven. Zij zien allen het belang in van de noodzaak tot verandering.

1.2 Milieuzorg productieproces

Glaswolproductie

Isover glaswol wordt geproduceerd volgens het wereldwijd door Saint-Gobain gepatenteerde Tel-procédé. Voortdurend werkt Isover aan innovaties en aanpassingen, gericht op nog betere isolatie- en milieuprestaties. Dit vraagt om een productieproces waarin die zorg tot uiting komt. Isover-producten worden zo milieuvriendelijk mogelijk

geproduceerd. Als grondstof van de productie van glaswol wordt voor meer dan 75% gebruik gemaakt van gerecycled glas. Hierdoor hoeft zo min mogelijk gebruik te worden gemaakt van primaire grondstoffen. Daarnaast wordt glaswolafval zoveel mogelijk gerecycled voor hergebruik in het productieproces.

Milieuzorgsysteem volgens ISO 14001

Sinds 1996 is Isover gecertificeerd voor haar milieuzorgsysteem volgens ISO 14001. Het hebben van een milieuzorgsysteem verplicht om meer te doen voor een schoon milieu dan de regelgeving voorschrijft. Isover werkt er voortdurend aan om haar emissies te verminderen, afval te sorteren en te recycleren en haar water- en energieverbruik te verminderen. Dit gebeurt door optimalisering van het productieproces, maar ook door haar werknemers bewust met energie om te laten gaan.

1.3 De eigenschappen van glaswol

Zowel wereldwijd als in Europa is glaswol het meest gebruikte isolatiemateriaal voor isolatietoepassingen in de bouw. Deze positie dankt glaswol aan de volgende eigenschappen.

Hoge isolatiewaarde

Isover glaswol heeft uitstekende isolerende eigenschappen. Glaswol heeft een lage warmtegeleidingscoëfficiënt en daardoor een hoge isolatiewaarde. Met glaswol kunnen hoge R_c -waarden gerealiseerd worden.

Uitstekende geluidabsorptie

Isover glaswol heeft een zeer goede geluidabsorptiecoëfficiënt en een hoge luchtstromingsweerstand. Hierdoor geeft de toepassing van glaswol een zeer goede geluidisolatie. Toegepast in verend opgelegde dekvloeren optimaliseert Isover glaswol de geluidisolatie van deze constructies. Dit heeft positieve effecten op de contactgeluidisolatie van vloeren, wat van groot belang is in bijvoorbeeld appartementsgebouwen.

Vochtongevoelig

Isover glaswol is waterafstotend, niet hygroscopisch en werkt niet capillair. Dit wil zeggen dat het bij een hoge relatieve vochtigheid geen vocht vasthoudt en dit niet opzuigt. Isover glaswol is volledig dampdoorlatend, zodat geen condensatie

in de glaswol optreedt. De eigenschappen en de structuur van Isover glaswol worden door vocht niet aangetast.

Brandveiligheid

Isover glaswol is onbrandbaar. Voor vrijwel het gehele productassortiment mag Isover de hoogste brandclassificatie A1 volgens EN 13501-1 voeren.

Verwerking

Isover glaswol is licht in gewicht en daarom zeer eenvoudig te plaatsen. Het lage gewicht en de mogelijkheid om rollen en platen isolatie gecombineerd aan te leveren, is een groot voordeel in het logistieke traject naar en op de bouwplaats. Door de totale vervezeling wordt een sterk en stevig product verkregen, dat robuust is en niet breukgevoelig.





2. Geluid

2.1 Wat is geluid?

Luchttrillingen

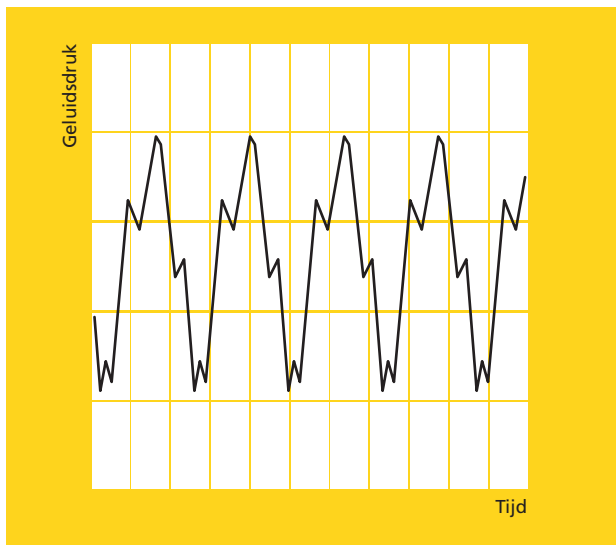
Geluid is in principe alles dat met het gehoor wordt waargenomen. Natuurkundig gezien is het een snelle opeenvolging van luchtdrukverschillen, die het trommelvlies doen trillen. De trilling wordt in het oor omgezet in een elektrisch signaal dat in de hersenen wordt 'vertaald' in geluid.

De luchtdrukverschillen planten zich voort door de lucht. Het ene 'pakketje' lucht waar een iets hogere luchtdruk heerst, stoot het volgende 'pakketje' weer aan, enzovoort. Geluid kan zich op dezelfde manier voortplanten door andere materialen zoals beton.

De luchtdrukwisselingen volgen elkaar op volgens een patroon van hogere en lagere druk. Dat maakt geluid tot een trilling. Dit principe is goed zichtbaar en voelbaar bij een (lage-tonen) luidspreker.

Frequentie

Het aantal trillingen per seconde is de 'frequentie', uitgedrukt in Hertz (Hz). Hoe hoger de frequentie, des te hoger een



Geluid bestaat uit verschillen in luchtdruk die elkaar volgens een patroon opvolgen.

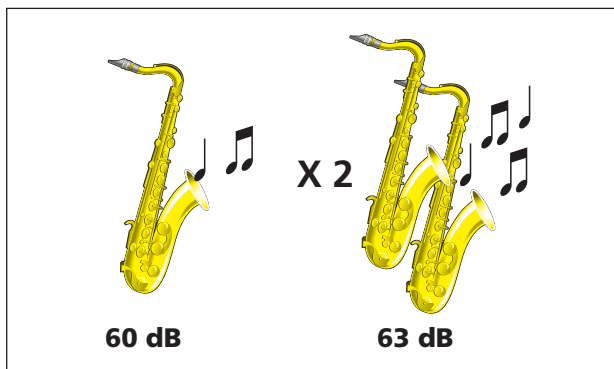
toon klinkt. Het frequentiegebied van een toon tot een precies twee keer zo hoge toon wordt 'octaaf' genoemd. Dit komt overeen met de acht tonen van de toonladder (van octo, acht in het Latijn). Voor de bouwfysica wordt het belangrijkste deel van het bereik van het menselijk gehoor opgedeeld in acht octaven. Dit worden genormaliseerde octaafbanden genoemd.

Geluidsterkte

De geluidsterkte is te meten als luchtdruk, dus in N/m^2 . Daarbij gaat het om het luchtdrukverschil ten opzichte van de heersende luchtdruk op dat moment. Het menselijk oor heeft een zeer groot bereik: van ongeveer $2 \cdot 10^{-5}$ ($= 0,00002$) N/m^2 (de gehoordrempel) tot 200 N/m^2 (de pijngrens). Om rekenen gemakkelijker te maken is een andere maat ingevoerd, namelijk het 'geluidsdrukniveau' (L_p , van level of pressure; ook wel SPL, Sound Pressure Level genoemd) in decibel (dB). Deze heeft bij de gehoordrempel een grootte van 0 dB en bij de pijngrens 140 dB.

Het menselijk gehoor is niet voor alle frequenties even gevoelig: een lage toon klinkt minder luid dan een hoge toon met dezelfde geluidsterkte of geluidsdrukniveau. Dit verschijnsel kan (per octaafband) worden gecorrigeerd; dan is de eenheid van geluidsdruk dB(A). Een lage toon van 60 dB(A) klinkt even luid als een hoge toon van 60 dB(A).

Rekenen met dB's is lastig, omdat het een logaritmische eenheid is. Twee geluidbronnen die bijvoorbeeld elk 60 dB veroorzaken, geven samen een niveau van 63 dB. Om het niveau 10 dB te laten stijgen, zijn tien dezelfde bronnen nodig. Daar komt bij dat het menselijk oor niet evenredig reageert op



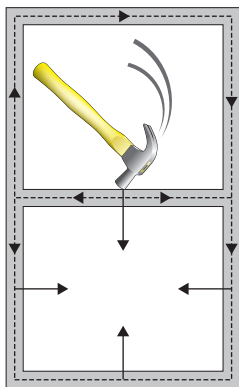
Rekenen met dB's.

niveauverandering. Over het algemeen wordt een verhoging met 10 dB waargenomen als een verdubbeling van de luidheid.

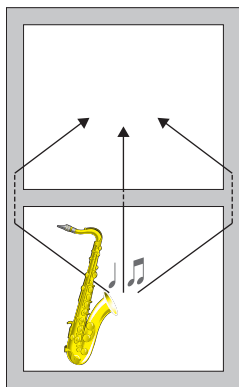
2.2 Contactgeluid en luchtgeluid

Lucht kan direct in trilling worden gebracht door een geluidbron of indirect via bouwdelen zoals wanden en vloeren.

Bij contactgeluid wordt de constructie direct in trilling gebracht door bijvoorbeeld het belopen met harde hakken, schuiven met stoelen of dichtslaan van een deur. Deze trillingen verplaatsen zich door de constructie naar aangrenzende ruimten, waar ze vervolgens de lucht in trilling brengen. Bij vloeren geven harde afwerkingen zoals natuursteen, parket en keramische tegels het meest contactgeluid door. Zachte afwerkingen zoals tapijt dempen contactgeluid beter.



Contactgeluid.



Luchtgeluid.

Bij luchtgeluid brengt een geluidbron zoals een stem of muziekinstrument eerst de lucht in trilling. Die brengt vervolgens een wand of vloer in trilling, die op zijn beurt geluid afstraalt naar de aangrenzende ruimte. Omdat een verend opgelegde dekvloer vooral de contactgeluidsisolatie verbetert, blijft luchtgeluid in dit vademecum buiten beschouwing.

Geluid dat direct via een constructie naar een andere ruimte gaat, heet 'directe geluidsoverdracht'. De geluidstrillingen kunnen ook via een omweg gaan, bijvoorbeeld een doorlopende wand of vloer. Dan wordt het 'flankerende geluidsoverdracht' genoemd. Een andere weg is via een gemeenschappelijke gang of luchtkanaal, wat 'omloopgeluid' wordt genoemd.

2.3 Grootheden en eengetalsaanduidingen van contactgeluidisolatie

Geluidisolatie wordt altijd gemeten voor de verschillende toonhoogten ('frequentiebanden', zie 2.1). Dat levert een reeks meetwaarden op, wat in de praktijk lastig is. Daarom worden de meetwaarden omgerekend naar 'eengetalsaanduidingen'. De normen schrijven voor met welke gewichtsfactor elke frequentieband meetelt voor een eengetalswaarde.

De contactgeluidisolatie van een vloer wordt in Nederland uitgedrukt in de 'index voor contactgeluidisolatie' I_{co} (volgens NEN 5077:2001 en NEN ISO 717-2). Bij de berekening van deze eengetalsaanduiding wordt de gemeten geluidisolatie per frequentieband vergeleken met een normcurve. Een constructie die beter isoleert dan de normcurve, krijgt een geluidisolatie-index met een waarde hoger dan 0 dB, een constructie die slechter isoleert, een waarde lager dan 0 dB. Voor luchtgeluidisolatie geldt hetzelfde; de index daarvan is $I_{L,k}$.

LET OP

NEN 5077:2006 introduceert nieuwe termen voor lucht- en contactgeluidisolatie (zie hoofdstuk 3).

Verbetering van de contactgeluidisolatie wordt in Nederland aangegeven met ΔL_{lin} . Hierbij geeft de Griekse letter Δ (delta) in dit geval aan dat het om de verbetering gaat. De ΔL_{lin} van een bepaalde maatregel moet in het laboratorium worden bepaald (volgens NEN-EN-ISO 140-8 en NEN 5077). Bij benadering mag de verbetering ΔL_{lin} door de verend opgelegde dekvloer worden opgeteld bij de index voor contactgeluidisolatie I_{co} van de onderliggende massieve draagvloer.

Voorbeeld: een massieve of steenachtige draagvloer met $I_{co} = +1$ dB, in combinatie met een verend opgelegde dekvloer die $\Delta L_{lin} = +10$ dB oplevert, heeft als geheel een $I_{co} \approx +11$ dB.

ΔL_{lin} komt min of meer overeen met de nog veel gebruikte ΔI_{co} . De ΔI_{co} uit sommige rapporten kan dus nog worden gebruikt (zie NPR 5070 en NPR 5079).

LET OP

De nog veel gebruikte term ΔI_{co} is een maat voor de **verbetering** van de contactgeluidisolatie. De **index** I_{co} is een maat voor de **contactgeluidisolatie** zelf!

LET OP

Naast ΔL_{lin} is er ook een andere verbeteringsmaat, de (van oorsprong Duitse) ΔL_w . Deze geeft een vertekend, veel te rooskleurig beeld. Dat komt doordat bij de berekening van ΔL_{lin} alle frequenties met dezelfde gewichtsfactor meetellen, terwijl bij ΔL_w de hoge frequenties een hogere gewichtsfactor hebben.

Omdat voor contactgeluid vooral de lagere frequenties van belang zijn, wordt in Nederland gebruik gemaakt van ΔL_{lin} in plaats van ΔL_w .

2.4 Eisen aan contactgeluidisolatie

Kwaliteitscijfers

NEN 1070 geeft geluidweringsklassen voor de akoestische kwaliteit van een woning, aangeduid met romeinse cijfers I (beste) tot V (slechtste). Voor de indeling in deze klassen tellen verschillende criteria mee. Behalve de contactgeluidisolatie tellen ook de luchtgeluidisolatie, wering van buitengeluid, installatiegeluid binnen de woning en installatiegeluid tussen woningen mee. Elk van deze criteria krijgt een kwaliteitscijfer k van 1 (beste) tot 5 (slechtste).

Verbetering van de geluidwering met één klasse betekent dat het aantal gehinderden ongeveer halveert. In een woning bijvoorbeeld die voldoet aan klasse III (ongeveer het Bouwbesluit) zal gemiddeld 10 tot 25% van de gebruikers gehinderd zijn. In een woning met klasse II (Comfortklasse) is nog slechts 5 tot 10% gehinderd. Deze getallen zijn gemiddelden, afkomstig uit statistisch onderzoek. Of een bepaald individu in een bepaalde woning hinder zal ondervinden, hangt af van veel factoren. Bijvoorbeeld het tijdstip van de dag, het soort geluid, het gedrag van het individu zelf (wie zelf geluid produceert, hoort minder van anderen), het gedrag van de burens (hoe meer geluid deze produceren, des te meer doordringt naar de burens), en de mate waarin een individu geluiden van anderen als hinderlijk ervaart; sommige geluiden hinderen meer dan andere (zie ook SBR 251).

Klassen van contactgeluidisolatie-index I_{co} (dB) volgens NEN 1070. Vergelijking met Bouwbesluit en Comfortklassen.*

Niveau	% gehinderden	I_{co} [dB]*	Kwaliteitscijfer
Comfort+	tot 5%	$\geq +15$	k = 1
Comfort	5 tot 10%	$\geq +10$	k = 2
Bouwbesluit 2003	10 tot 25%	$\geq +5$	k = 3
Bouwbesluit 1992	25 tot 50%	≥ 0	k = 4
–	meer dan 50%	≥ -5	k = 5

Eisen volgens Bouwbesluit

Het Bouwbesluit 2003 stelt minimumeisen waaraan een woning momenteel wettelijk moet voldoen. Voor contactgeluidisolatie is de eis dat I_{co} minstens +5 dB* moet bedragen, van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie. Dit komt ongeveer overeen met kwaliteitscijfer k = 3 volgens NEN 1070.

Voor de contactgeluidisolatie naar een besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied (bijvoorbeeld badkamer of gang) zijn de eisen 5 dB lager.

De eisen van het Bouwbesluit gelden als minimum. In de praktijk leiden deze relatief vaak tot hinder, zeker in combinatie met harde vloerafwerking.

Tussen verblijfsruimten *binnen* een woning dient de index voor contactgeluidisolatie I_{co} minstens -20 dB* te bedragen.

Een *verblijfsruimte* wordt in Bouwbesluit 2003 gedefinieerd als een 'ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel een ruimte waarin de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten plaatsvinden'. Voorbeelden van ruimten die verblijfsruimten kunnen zijn: slaapkamer, woonkamer, keuken, hobbyruimte e.d.

Een *verblijfsgebied* bestaat uit één of meer verblijfsruimten of andere aparte ruimten die met elkaar in verbinding staan en op dezelfde verdieping liggen. Uitgezonderd zijn de toiletruimte, badruimte, technische ruimte en verkeersruimte.

Hogere eisen

In het bestek kan een hogere kwaliteit dan de minimum-eisen worden afgesproken. Deze wordt aangeduid als 'Comfortklasse' met $l_{co} = +10 \text{ dB}^*$ of 'Comfortklasse+' met $l_{co} = +15 \text{ dB}^*$. Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen noemt als variabele maatregelen een eis voor contactgeluidisolatie van minstens $+10 \text{ dB}^*$ (ongeveer kwaliteitscijfer $k = 2$ volgens NEN 1070).

- * NEN 5077:2006 introduceert nieuwe termen voor lucht- en contactgeluidisolatie. Zie hoofdstuk 3.





3. NEN 5077 introduceert nieuwe termen voor geluidisolatie

De eisen aan geluidwering tussen ruimten worden volgens Bouwbesluit 2003 gemeten en uitgedrukt volgens NEN 5077:2001. Deze norm wordt opgevolgd door NEN 5077:2006 die een aantal wijzigingen bevat ten opzichte van de vorige versie.

Het belangrijkste verschil is dat verschillende vertrouwde termen en de bijbehorende eengetalswaarden plaats maken voor andere termen en getallen. Dat geeft wel een ander 'beeld', maar de achterliggende methode van meting en berekening verandert eigenlijk niet. Omschakelen is daardoor tamelijk eenvoudig.

Aanleiding om NEN 5077 te wijzigen is de Europese Richtlijn Bouwproducten. Elk bouwproduct moet sinds 1 juli 2004 zijn voorzien van een CE-markering, die aangeeft dat het bouwproduct is getest volgens uniforme Europese voorschriften en dat de daarbij gehanteerde grootheden in geheel Europa dezelfde zijn. Ook de akoestische prestaties van een product horen daarbij; voor beproeving daarvan bestaan Europese normen. NEN 5077 is nu in overeenstemming gebracht met deze normen.

De belangrijkste wijzigingen zijn dat de meetmethode in sommige gevallen enigszins is aangepast en dat de eengetalsaanduidingen nu worden bepaald volgens Europese regels conform NEN-EN ISO 717-1.

3.1 Contactgeluidisolatie

Volgens de nieuwe NEN 5077:2006 is de term voor contactgeluid: het 'A-gewogen genormeerd contactgeluidniveau $L_{nT,A}$ ' in dB. Volgens de NEN 5077:2001 was het de 'isolatie-index voor contactgeluid' (I_{co}) in dB.

De nieuwe grootheid is direct gerelateerd aan het geluidniveau dat naar de ontvangruimte doordringt. Dit houdt in dat hoe lager de $L_{nT,A}$, des te minder geluid er in de ontvangruimte is. Ofwel: hoe lager de waarde, des te beter de constructie isoleert.

LET OP

Als de *contactgeluidisolatie* wordt uitgedrukt in I_{co} geldt: hoe hoger de waarde, des te beter de isolatie. Voor $L_{nT,A}$ geldt: hoe lager de waarde, des te beter de isolatie.

Deze nieuwe term is net als de vertrouwde 'isolatie-index voor contactgeluid' ook een eengetalsaanduiding. Dat wil zeggen dat de geluidisolatie voor verschillende toonhoogten (spectrum, octaafbanden) volgens een genormeerde gewichtsverdeling zijn omgerekend tot één getal.

- *A-gewogen*: het geluid is hierbij gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het menselijk oor volgens de zogenaamde A-weging.
- *Genormeerd*: het gemeten geluidniveau is onafhankelijk gemaakt van de inrichting van de ontvangruimte. Hierdoor kan dus zowel in bewoonde woningen als in woningen voor oplevering worden gemeten. Het gemeten niveauverschil wordt omgerekend naar de gemiddelde inrichting (een nagalmtijd van 0,5 s).

De 'oude' isolatie-index voor contactgeluid is eenvoudig uit de 'nieuwe' te berekenen met de formule: $I_{co} \approx 59 - L_{nT,A}$.

Een I_{co} (bijvoorbeeld uit oude metingen, rapporten e.d.) mag niet zonder meer met bovenstaande formule worden omgerekend naar de $L_{nT,A}$. Het aangegeven verband geldt namelijk gemiddeld; in specifieke gevallen kunnen de verschillen groter of kleiner zijn. De eiseniveaus zijn wel op deze 'gemiddelde' formule gebaseerd.

Contactgeluidisolatie volgens NEN 5077:2001	Gelijkwaardige contactgeluidisolatie volgens NEN 5077:2006
Isolatie-index voor contactgeluid	A-gewogen genormeerd contactgeluidniveau
$I_{co} = -20$ dB	$L_{nT,A} = 79$ dB
$I_{co} = -5$ dB	$L_{nT,A} = 64$ dB
$I_{co} = 0$ dB	$L_{nT,A} = 59$ dB
$I_{co} = +5$ dB	$L_{nT,A} = 54$ dB
$I_{co} = +10$ dB	$L_{nT,A} = 49$ dB
$I_{co} = +15$ dB	$L_{nT,A} = 44$ dB

Over verbetering van de contactgeluidisolatie ΔL_{lin} (vroeger ΔL_{co}) door bijvoorbeeld vloerbedekking of een verende dek-vloer zegt de nieuwe NEN 5077:2006 niets. Deze norm gaat namelijk alleen over het vaststellen van de geluidisolatie van een constructie.

3.2 Luchtgeluidisolatie

Volgens de nieuwe NEN 5077:2006 is de term voor luchtgeluid: het 'A-gewogen genormeerd karakteristieke luchtgeluidniveauverschil $D_{nT,A,k}$ ' in dB. Volgens de NEN 5077:2001 was het de 'karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid' ($I_{lu,k}$) in dB.

De term drukt niet de praktische geluidisolatie uit, maar geeft min of meer het verschil aan tussen het geluidniveau in de zendruimte en het geluidniveau in de ontvangruimte. Hoe hoger de waarde, des te beter de geluidisolatie.

LET OP

Voor de *luchtgeluidisolatie* geldt voor zowel $I_{lu,k}$ als voor $D_{nT,A,k}$ de stelling: hoe hoger de waarde, des te beter de luchtgeluidisolatie.

Deze nieuwe term is net als de vertrouwde 'karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid' ook een eengetalsaanduiding. Dat wil zeggen dat de geluidisolatie voor verschillende toonhoogten (spectrum, octaafbanden) volgens een genormeerde frequentieweging zijn omgerekend tot één getal.

Karakteristiek: de gemeten geluidisolatie wordt gecorrigeerd voor de invloed van de vertrekafmetingen. Dit wordt geëist door het Bouwbesluit vanwege de vrije indeelbaarheid.

De 'oude' karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid is eenvoudig uit de 'nieuwe' te berekenen met de formule:
 $I_{lu,k} \approx D_{nT,A,k} - 52$.

Een $I_{lu,k}$ (bijvoorbeeld uit oude metingen, rapporten e.d.) mag niet zonder meer met bovenstaande formule worden omgerekend naar de $D_{nT,A,k}$. Het aangegeven verband geldt namelijk gemiddeld; in specifieke gevallen kunnen de verschillen groter of kleiner zijn. De eisenniveaus zijn wel op deze gemiddelde formule gebaseerd.

Luchtgeluidisolatie volgens NEN 5077:2001	Gelijkwaardige luchtgeluidisolatie volgens NEN 5077:2006
Karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid	A-gewogen genormeerd karakteristieke luchtgeluid-niveaueverschil
$I_{lu;k} = -20 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 32 \text{ dB}$
$I_{lu;k} = -5 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 47 \text{ dB}$
$I_{lu;k} = 0 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 52 \text{ dB}$
$I_{lu;k} = +5 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 57 \text{ dB}$
$I_{lu;k} = +10 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 62 \text{ dB}$
$I_{lu;k} = +15 \text{ dB}$	$D_{nT,A,k} = 67 \text{ dB}$

Bouwbesluit

Bouwbesluit 2003 wijst NEN 5077:2006 niet aan. Dat betekent dat de 'vertrouwde' termen van NEN 5077:2001 (I_{co} en $I_{lu;k}$) tot nader order nog in gebruik blijven.



4. Verend opgelegde dekvloer

Een 'verend opgelegde dekvloer' wordt vaak 'zwevende dekvloer' genoemd. De term 'verend opgelegd' beschrijft de constructie het best en wordt daarom in dit vademecum gebruikt.

4.1 Toepassingen

De reden om een verend opgelegde dekvloer toe te passen is meestal het behalen van een hoge contactgeluidisolatie. Dit is met name van belang in gestapelde nieuwbouw appartementen, maar ook bij renovatie van appartementgebouwen, verbouwing van niet-woongebouwen naar woongebouwen en bij nieuwbouwprojecten met gecombineerde functies zoals appartementen boven een winkel.

Tegelijk levert de verende laag een zekere thermische isolatie. Dat zorgt ervoor dat de warmte van vloerverwarming vooral naar boven wordt afgegeven. Dat maakt de opwarmtijd van de ruimte korter en voorkomt energieverlies.

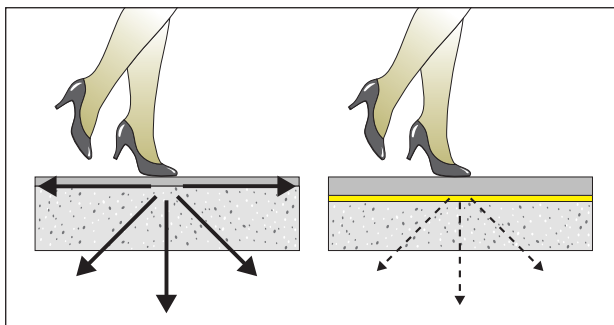
Een bijkomend voordeel van een verend opgelegde dekvloer is dat deze constructief is ontkoppeld van de draagvloer. Hierdoor zullen eventuele vervormingen tussen de elementen van de draagvloer minder problemen opleveren dan bij een hechtende dekvloer. De ont koppeling voorkomt dat eventuele scheurvorming in de draagvloer zich doorzet in een steenachtige vloerafwerking zoals keramische tegels en natuursteen.

4.2 Geluidisolerende werking

Een verend opgelegde dekvloer vormt akoestisch gezien een massa-veersysteem. Dit bestaat uit twee massa's (de draagvloer en de dekvloer) met daartussen verend materiaal. Door deze opbouw is de dekvloer in hoge mate akoestisch ontkoppeld ten opzichte van de draagvloer en omliggende constructies. De veer verzwakt de geluidtrillingen die vanuit de dekvloer aan de draagvloer worden doorgegeven.

De mate van verzwakking hangt af van de resonantiefrequentie van het massa-veersysteem. De resonantiefrequentie is de specifieke toonhoogte waarop een massaveersysteem gaat meetrillen (resoneren). De hoogte van de resonantie-

Een verend opgelegde dekvloer werkt als een massa-veersysteem.



frequentie wordt bepaald door de dynamische veerstijfheid van de verende laag en de massa's van de dekvloer en draagvloer. Als het geluid dezelfde frequentie heeft als de resonantiefrequentie van het massa-veersysteem, dan zal dit gaan meetrillen (resoneren), hetgeen een ongunstig effect heeft op de geluiddemping.

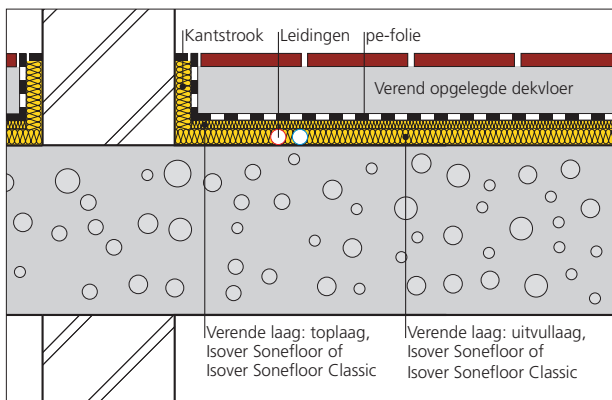
Voor geluidsgolven boven de resonantiefrequentie neemt de demping echter sterk toe. Daarom moet, voor een goede demping van contactgeluid, de resonantiefrequentie van een vloer lager zijn dan 60 Hz volgens (ontwerp-) NEN 2742:2007. Voor frequenties onder de resonantiefrequentie levert een massa-veersysteem geen demping of soms zelfs een verslechtering.

De resonantiefrequentie is omlaag te brengen door isolatiemateriaal met een lagere veerstijfheid (ofwel dynamische stijfheid, zie 5.3) en/of een dekvloer met een grotere massa per oppervlakte. Een *lage dynamische stijfheid* is dus *gunstig* voor de geluidisolatie.

4.3 Onderdelen en hun functie

De **draagvloer** is onderdeel van de draagconstructie en zorgt voor de afdracht van de vloerbelasting naar de fundering. Tegelijk kan de draagvloer een belangrijke bijdrage leveren aan de akoestische isolatiewaarde, afhankelijk van de opbouw en de massa.

Een **uitvullaag** dient om onvlakheden van de draagvloer op te vangen en de ondergrond zonodig horizontaal te maken. Ook kunnen er leidingen in worden opgenomen.



De **verende laag** zorgt voor een akoestische en constructieve ontkoppeling tussen de draagvloer en de dekvloer. Om goed te isoleren moet deze laag voldoende 'soepel' zijn voor geluidtrillingen (zie 5.3), maar tegelijk voldoende stijf en sterk om niet te veel door belastingen te vervormen (zie 6.3). De verende laag dient flexibel te zijn zodat kleine oneffenheden in de draagvloer opgevangen kunnen worden zonder dat de isolatie gaat 'schotelen'. Flexibiliteit is ook nodig voor nauwsluitende aansluitingen bij doorvoeren en leidingen; dit om geluidslekken te voorkomen. Vormvastheid van de isolatie voorkomt breuk en daarmee mogelijke akoestisch zwakke plekken.

Kantstroken houden de dekvloer rondom vrij van de wanden en andere opgaande constructies die direct contact maken met de draagvloer, zoals leidingdoorvoeren. Dit voorkomt dat de dekvloer alsnog langs deze weg trillingen kan doorgeven aan de draagvloer. Ook kan de dekvloer zo onbelemmerd uitzetten en krimpen.

Waterdichte **folie** voorkomt dat specie weglekt naar de draagvloer of het opgaand werk, of dat het zich ophoopt tussen de platen verend materiaal en/of de kantstroken. Uitgeharde specie zou een directe verbinding kunnen vormen tussen de verend opgelegde dekvloer en de draagvloer of wanden. Slechts enkele verbindingen ('contactbruggen') kunnen de akoestische werking van de verend opgelegde dekvloer vrijwel teniet doen. Deze verbindingen kunnen ook de vrije vervormingen van de dekvloer belemmeren. Folie vermindert daarnaast de wrijving tussen de verschillende lagen, zodat onvermijdelijke horizontale vervormingen minder worden belemmerd.

De belangrijkste functies van een verend opgelegde **dekvloer** zijn: voldoende sterkte en stijfheid leveren om de belastingen te kunnen afdragen, en voldoende massa voor de geluid-isolatie. De dekvloer is meestal een in het werk gemaakte smeer- of gietvloer, de zogenoemde 'natte dekvloer'.

Een 'natte' verende dekvloer kan ook worden uitgevoerd met een stalen zwaluwstaartplaat, de zogenoemde 'constructieve' dekvloer. Deze is vooral geschikt voor renovatie van houten vloeren. Dit type blijft in dit vademecum buiten beschouwing.

Er bestaan ook systemen met prefab ('droge') dekvloeren. Deze bestaan uit een plaatmateriaal zoals gipsvezelplaat met een verende laag. Deze zijn als prefab elementen verkrijgbaar. Opbouw in het werk is ook mogelijk; daarbij is het van belang ongelijke inverting bij plaatranden te voorkomen. Dit type dekvloer blijft in dit vademecum buiten beschouwing.

Een in het werk gemaakte ('natte') dekvloer kan goed worden gecombineerd met **vloerverwarming** en/of -koeling. De buizen liggen onderin de dekvloer. Vloerverwarming biedt de mogelijkheid duurzame energie toe te passen, zoals 'lage-temperatuurverwarming'; tegelijk geeft vloerverwarming een hoog wooncomfort. Onderstaande foto laat vloerverwarming zien die aan een montagenet is bevestigd. Het montagenet is vastgetaped aan de onderliggende folie om opdrijven van de leidingen te voorkomen.



5. Opbouw en akoestische prestaties

5.1 Massief of verend opgelegd?

Om een gevraagde contactgeluidisolatie te behalen zijn er twee oplossingen: een massieve vloeropbouw of een draagvloer met verende opgelegde dekvloer. De dikte en massa van het vloerpakket verschillen hierbij aanzienlijk (zie onderstaande tabel). Ook andere aspecten zoals de uitvoering en kosten tellen vanzelfsprekend mee. Isover Sonefloor onderscheidt zich door de zeer lage (= gunstige) dynamische stijfheid, wat het mogelijk maakt de dikte van het vloerpakket te reduceren.

Onderstaande tabellen vergelijken, volgens NPR 5070, de benodigde massa en dikte om een gevraagde contactgeluidisolatie te halen.

Contactgeluidisolatie: $I_{co} \geq +5 \text{ dB}$ (NEN 5077:2006: $L_{nT,A} = 54 \text{ dB}$).

Massieve vloeropbouw		Draagvloer met verend opgelegde dekvloer	
Massa	Dikte	Massa	Dikte
800 kg/m ²	306 mm beton 30 mm anhydriet dekvloer (hechtend aanbrengen) totaal 336 mm	400 kg/m ² + zwevende dekvloer ($\Delta L_{i,in} \geq 13 \text{ dB}$) totaal 467 kg/m² of	167 mm beton 12 mm Sonefloor 30 mm anhydriet dekvloer totaal 209 mm
		500 kg/m ² + zwevende dekvloer ($\Delta L_{i,in} \geq 10 \text{ dB}$) totaal 567 kg/m²	208 mm beton 12 mm Sonefloor 30 mm anhydriet dekvloer totaal 250 mm

Contactgeluidisolatie: $I_{co} \geq +10 \text{ dB}$ (NEN 5077:2006: $L_{nT,A} = 49 \text{ dB}$).

Massieve vloeropbouw		Draagvloer met verend opgelegde dekvloer	
Massa	Dikte	Massa	Dikte
NPR 5070 vermeldt geen oplossing met een massieve vloeropbouw		550 kg/m ² + zwevende dekvloer ($\Delta L_{i,in} \geq 13 \text{ dB}$) totaal 617 kg/m² of	229 mm beton 12 mm Sonefloor 30 mm anhydriet dekvloer totaal 271 mm
		650 kg/m ² + zwevende dekvloer ($\Delta L_{i,in} \geq 10 \text{ dB}$) totaal 717 kg/m²	271 mm beton 12 mm Sonefloor 30 mm anhydriet dekvloer totaal 313 mm

- Om bij genoemde vloerdikten de geluidisolatie te halen, mag de flankerende geluidoverdracht niet te groot zijn.
- In de tabellen is uitgegaan van een massieve betonnen vloer van 2400 kg/m^3 en een calciumsulfaatgebonden (anhydriet) dekvloer van 2200 kg/m^3 .
- Bij kanaalplaatvloeren is evenveel massa nodig als bij massieve draagvloeren; de benodigde dikte zal dus groter zijn.

NB: NEN 5077:2006 introduceert nieuwe termen voor lucht- en contactgeluidisolatie. Zie hoofdstuk 3.

Voor comforteisen van $L_{co} \geq +10 \text{ dB}$ en meer geeft NPR 5070:2005 alleen oplossingen met verende dekvloeren. Met een massieve vloer zouden de benodigde massa en dikte onevenredig groot worden.

Uit de tabellen blijkt dat een verend opgelegde dekvloer minder dikte en massa vraagt dan een massieve vloer. De inzet van veel materiaal in de draagvloer, uitsluitend voor de geluidisolatie, is dus niet de aangewezen weg. De extra massa van een massieve vloer is constructief onnodig. Bovendien belast de extra massa op zijn beurt de rest van de draagconstructie en de fundering zal om die reden ook zwaarder moeten worden uitgevoerd. Daarnaast heeft een dikkere vloer tot gevolg dat alle opgaande constructies in hoogte toenemen om te blijven voldoen aan de vrije verdieping-hoogte die het Bouwbesluit minimaal vereist. Dat alles brengt onnodig verbruik van grondstoffen, transport en dus kosten met zich mee.

LET OP

Op een verende dekvloer kan harde vloerafwerking zoals parket of natuursteen niet 'zwevend' worden gelegd. Dit kan de geluidisolatie namelijk verslechteren (zie 8.2). Als harde vloerafwerking is voorzien, is het dus raadzaam een verende dekvloer te kiezen die al direct de contactgeluidisolatie levert die wordt verwacht van de gehele vloer, dus inclusief afwerking.

5.2 Verbetering met een verend opgelegde dekvloer

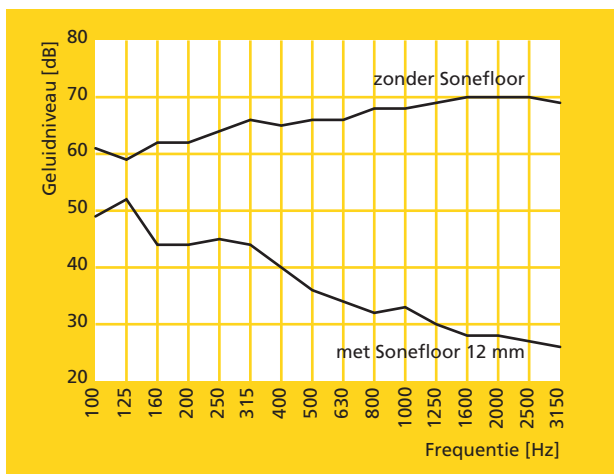
De contactgeluidisolatie die een vloerconstructie als geheel tussen twee ruimten levert, hangt in theorie af van drie variabelen:

- massa van de draagvloer;
- dynamische stijfheid van de verende laag;
- massa van de dekvloer.

In het algemeen wordt de contactgeluidisolatie beter bij een hogere massa van de draagvloer, een lagere dynamische stijfheid van het verend materiaal en een hogere massa van de dekvloer. Om een gevraagde contactgeluidisolatie te realiseren is er keuze uit verschillende mogelijkheden. Bijvoorbeeld een lichte draagvloer met een verende opgelegde dekvloer die veel effect heeft, of een zware draagvloer met een eenvoudiger verende dekvloer.

De prestaties van een bepaalde opbouw zijn niet eenvoudig te berekenen. De grootste zekerheid biedt een opbouw die is getest in een laboratorium volgens NEN ISO 717-2. In het laboratorium wordt ΔL_{lin} van een verende dekvloer gemeten ten opzichte van een standaard betonnen draagvloer. Voor de I_{co} van een specifieke draagvloer kan worden uitgegaan van praktijkmetingen aan vloeren met dezelfde massa; door de gemeten ΔL_{lin} daarbij op te tellen (zie 2.3) verkrijgt men I_{co} van het betreffende pakket.

In de praktijk zijn er nog andere invloedsfactoren voor de contactgeluidisolatie: een correcte detaillering, een zorgvuldige uitvoering en flankerende geluidoverdracht. Zo kan het verschil maken of binnenwanden op de dekvloer staan of op de draagvloer (zie 6.10).



Contactgeluidisolatie van een dragende vloer met en zonder verend opgelegde dekvloer geïsoleerd met Isover Sonefloor.

5.3 Akoestische eigenschappen verende laag

Voor het verend materiaal gelden strijdige eisen: voor de akoestische werking is het gunstig als het 'soepel' is voor geluidtrillingen (zie hieronder), maar om scheurvorming in de dekvloer te voorkomen is juist stijfheid en sterkte nodig (zie 6.3). Deze strijdige eigenschappen moeten worden verenigd in één materiaal dat niet te dik is, zich gemakkelijk laat bewerken en in de uitvoering niet snel beschadigt.

Dynamische stijfheid

De dynamische stijfheid s' (in MN/m^3) is een maat voor de veerstijfheid van de verende laag voor geluidtrillingen.

Des te 'soepeler' de verende laag zich voor geluidtrillingen gedraagt, hoe lager de dynamische stijfheid, en des te beter in het algemeen de contactgeluidisolatie.

Overzicht van belangrijkste akoestische eigenschappen Sonefloor en Sonefloor Classic.

Akoestische eigenschappen

- Contactgeluidisolatie: een verbetering van de contactgeluidisolatie I_{CO} met meer dan 20 dB is te behalen, afhankelijk van de toegepaste constructie. Voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.
- Dynamische stijfheid (s') volgens NEN-ISO 9052-1, rapport LeVeL Acoustics LA.61301-2007:
 - Sonefloor 12 mm: 17,4 MN/m^3
 - Sonefloor 15 mm: 13,8 MN/m^3
 - Sonefloor 20 mm: 12,0 MN/m^3
 - Sonefloor 25 mm: 7,5 MN/m^3
 - Sonefloor 30 mm: 6,4 MN/m^3
 - Sonefloor Classic 20 mm: 9,1 MN/m^3
 - Sonefloor Classic 25 mm: 8,7 MN/m^3
 - Sonefloor Classic 30 mm: 9,5 MN/m^3

De dynamische stijfheid hangt af van de materiaaleigenschappen en de dikte: hoe dikker de verende laag, des te lager de dynamische stijfheid (zie tabel*). Een kleine laagdikte is echter gewenst om de opbouwhoogte beperkt te

* Voor Sonefloor Classic 30 mm gaat dit niet op vanwege een iets andere product-samenstelling.

houden, uiteraard met behoud van de gevraagde dynamische stijfheid. Isover Sonefloor loopt in dit opzicht voorop: al bij geringe dikte heeft dit materiaal een zeer lage (dus gunstige) dynamische stijfheid.

LET OP

Bij de geluidisolatie gaat het om de *dynamische* stijfheid. De *statische* stijfheid is van belang voor het constructief gedrag. (zie 6.3)!

5.4 Akoestische prestaties met Isover Sonefloor

Sonefloor en Sonefloor Classic hebben een zeer lage (dus gunstige) dynamische stijfheid, waardoor deze verende laag uitstekend presteert op het gebied van contactgeluidisolatie. Opvallend is de relatief geringe dikte die bij deze verende laag nodig is om een gevraagde contactgeluidisolatie te realiseren. Zo is Sonefloor al vanaf 12 mm dikte toepasbaar. Dit maakt zeer slanke vloerconstructies mogelijk, wat een voordeel kan zijn als er weinig hoogte voor de vloer beschikbaar is. Een ander voordeel is het geringe gewicht van de uiteindelijke vloerconstructie ten opzichte van een massieve vloer.

Sonefloor en Sonefloor Classic verschillen weinig van elkaar wat betreft akoestische eigenschappen. Beide beschikken over een zeer lage dynamische stijfheid wat belangrijk is voor de akoestische isolatiewaarde. De twee producten verschillen vooral in de mechanische eigenschappen (zie 6.3 en hoofdstuk 9).

Sonefloor is succesvol toegepast in een groot aantal projecten. Daarbij gaat het om appartementengebouwen met een eis aan I_{co} van +5 dB (Bouwbesluit), tot Comfortklassen met I_{co} +10 of +15 dB. Bij veel projecten zijn de akoestische prestaties bevestigd door metingen van adviesbureaus (zie hoofdstuk 10).

Ook in het laboratorium zijn verschillende vloeropbouwen gemeten. In samenwerking met Gyvlon zijn door adviesbureau Peutz metingen verricht aan zwevende dekvloeren met Sonefloor in combinatie met een calciumsulfaatgebonden (anhydriet) dekvloer. De gemeten verbeteringen ΔI_{co} ten opzichte van een draagvloer zonder zwevende dekvloer is uitstekend gebleken met waarden die opliepen tot zelfs +29 dB! (zie hoofdstuk 10). Let op: de verbetering ΔI_{co} is niet gelijk aan index I_{co} (zie 2.3).



6. Constructie en detaillering

Het is van belang vroeg in het ontwerp rekening te houden met de benodigde hoogte van een verend opgelegde dekvloer, onder meer vanwege de minimale vrije verdieping-hoogte die het Bouwbesluit eist. Het is meestal niet mogelijk een verend opgelegde dekvloer dunner te maken zonder dat de akoestische prestatie vermindert. Met Sonefloor is de benodigde dikte van een verend opgelegde dekvloer minimaal, door de gunstige dynamische stijfheid van dit materiaal.

6.1 Draagvloer

De contactgeluidisolatie van een vloerpakket als geheel hangt mede af van de isolatie van de 'kale' draagvloer (zie 5.1). Daarom moet de contactgeluidisolatie I_{co} daarvan bekend zijn uit praktijkmetingen van draagvloeren met dezelfde massa.

Bij betonnen draagvloeren maakt het type geen verschil voor de contactgeluidisolatie, mits de massa per m^2 gelijk blijft. Een geheel in het werk gestorte vloer en breedplaatvloer komen bij een gegeven massa per m^2 uit op ongeveer dezelfde dikte; een kanaalplaatvloer zal aanzienlijk dikker moeten zijn.

Bij een houtskeletbouw- of staalframebouwwloer kunnen de akoestische prestaties van verend opgelegde dekvloeren alleen worden beoordeeld in combinatie met de betreffende lichte draagvloer.

CV-leidingen en leidingen voor warm of koud tapwater kunnen worden aangebracht in of direct op de draagvloer (zie 6.7).

Is de draagvloer onvoldoende vlak, dan is het nodig deze uit te vlakken (zie 6.2).

6.2 Uitvullaag

Zonder leidingen is een uitvullaag noodzakelijk als de vlakheid van de ondergrond onvoldoende is. (Ontwerp-) NEN 2742:2007 geeft de volgende eisen:

- In de ondergrond mogen geen lokale onregelmatigheden voorkomen die hoger zijn dan 0,3 maal de dikte van de verende laag in belaste toestand. Grotere onregelmatigheden verminderen de akoestische prestatie.
- Indien er eisen worden gesteld aan de vlakheid van de dekvloer, dan moet de ondergrond minstens aan dezelfde eisen voldoen.

Door de flexibiliteit van Sonefloor is het mogelijk om kleine oneffenheden in de ondergrond op te vangen, zodat in veel gevallen een uitvullaag niet nodig is. Bij grote oneffenheden is het mogelijk om Sonefloor als uitvullaag te gebruiken.

Een uitvullaag kan tevens worden gebruikt om de hoogte van leidingen op de draagvloer uit te vullen.

Een uitvullaag kan worden gemaakt van verschillende materialen:

- Platen minerale wol (bijvoorbeeld Sonefloor) of EPS. Zijn er leidingen in opgenomen, dan dienen de platen minimaal even dik te zijn als de hoogte van de leidingen en passend langs de leidingen zijn uitgesneden.
- Een cementgebonden of calciumsulfaatgebonden uitvullaag. Isover Sonefloor is waterafstotend, niet capillair en niet hygroscopisch en kan verwerkt worden op deze uitvullaag. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de minimale hardingstijd van de uitvullaag volgens opgave van de leverancier.

6.3 Verende laag

Statische stijfheid

LET OP

De 'statische stijfheid' is van belang voor het constructief gedrag. Bij de geluidisolatie gaat het om de 'dynamische stijfheid' (zie 5.3)!

Een maat voor de stijfheid is de samendrukbaarheid, die wordt uitgedrukt in CP-klassen (volgens NEN EN 12431). Voor verend opgelegde dekvloeren dient de CP-klasse 5 of lager te zijn (volgens (ontwerp-) NEN 2742:2007).

De samendrukbaarheid van de isolatie wordt gemeten met een standaard proef. Uitgangspunt is een proefstuk van 200 x 200 mm, bij de dikte zoals het product normaal wordt geleverd. Dit wordt eerst belast met een verdeelde belasting van

250 Pa, waarbij de dikte d_L van het proefstuk wordt gemeten. Daarna volgt een belasting van 48 kPa* gedurende 120 seconden. Na een pauze wordt wederom de dikte van het proefstuk d_B gemeten. De lengte van de pauze mag volgens de norm 120 of 300 seconden bedragen; dit moet worden vermeld bij het testresultaat. Het verschil $d_L - d_B$ is gedefinieerd als de samendrukbaarheid c ; de grootte daarvan bepaalt de klasse CP.

Sommige typen vloerafwerking zoals keramische tegels en natuursteen leggen beperkingen op aan de maximale vervorming van de dekvloer. Is het type vloerafwerking vooraf niet bekend, dan kan zekerheidshalve een veilige waarde worden aangehouden.

Classificering van verend materiaal op basis van samendrukbaarheid en de bijbehorende maximale langeduurbelasting op de dekvloer (het eigen gewicht van de dekvloer dus niet meegeteld).

Klasse	Samendrukbaarheid	Maximale langeduurbelasting
CP2	≤ 2 mm	$\leq 5,0$ kN/m ²
CP3	≤ 3 mm	$\leq 4,0$ kN/m ²
CP4	≤ 4 mm	$\leq 3,0$ kN/m ²
CP5	≤ 5 mm	$\leq 2,0$ kN/m ²

Sterkte

Om blijvende vervorming tegen te gaan, mag de druk op het verende materiaal niet groter worden dan een zeker maximum. Voor permanente belastingen is de langeduursterkte het criterium. NEN-EN 1991-1-1:2002, Eurocode 1 deel 1.1 geeft afhankelijk van de samendrukbaarheid de maximale langeduurbelasting aan. Dit is de belasting die het materiaal langdurig kan opnemen zonder blijvende vervorming.

De samendrukbaarheid van de verende laag (bepaald volgens NEN-EN 12431) moet voldoen aan de waarde zoals opgegeven in bovenstaande tabel, behorend bij de maximaal te verwachten gelijkmatig verdeelde belasting die gedurende langere tijd aanwezig zal zijn op de dekvloer (het eigen gewicht van de dekvloer dus niet meegeteld). Houd ook rekening met puntlasten en lijnlasten (zie 6.6).

* Zie hoofdstuk 11 voor uitleg van het begrip 'Pa'.

Overzicht van belangrijkste constructieve eigenschappen Sonefloor en Sonefloor Classic.

Sonefloor:

- Gemiddelde drukbelasting bij 10% vervorming volgens EN 826 is 8,0 kPa (voor Sonefloor met een dikte van 20 mm).
- Kruip: op lange duur stabiel volgens EN 1606. Vervorming na 25 jaar < 1 mm (gemeten voor Sonefloor met een dikte van 20 mm, rapport EMPA).
- Druksterkteklasse CP2 voor Sonefloor 12 mm en CP3 voor Sonefloor 15, 20, 25 en 30 mm volgens EN 12341.

Sonefloor Classic:

- Gemiddelde drukbelasting bij 10% vervorming volgens EN 826 bedraagt 2,8 kPa.
- Druksterkteklasse CP5 voor Sonefloor Classic 20, 25 en 30 mm volgens EN 12431.

6.4 Kantstroken

Overal waar de dekvloer grenst aan verticale constructies, is het voor de geluidisolatie essentieel dat deze wordt vrijgehouden met doorgaande kantstroken. Dit geldt voor wanden, verticale leidingen, enzovoort. Het is belangrijk dat de verende laag en de kantstroken stevig op elkaar aansluiten en doorgaand met folie worden afgedekt. Er mag geen specie tussen kunnen komen, omdat de uitgeharde specie een contactbrug ('geluidlek') zal vormen.

De dynamische stijfheid van kantstroken mag niet hoger zijn dan 100 MN/m³ (bepaald volgens NEN-ISO 9052-1).

Kantstroken dienen zo hoog te worden opgezet dat ze ongeveer 30 mm uitsteken boven de dekvloer inclusief toekomstige vloerafwerking. Overtollige hoogte wordt naderhand afgesneden.

De minimale dikte van kantstroken kan worden berekend; zie hiervoor NEN 2742 of SBR-392. Ook kan worden uitgegaan van de volgende vuistregels:

- Bij cementgebonden smeer- en gietdekvloeren: 1 tot 2 mm dikte per m¹ breedte van het vloerveld, met een minimum van 10 mm. Bijvoorbeeld: bij een vloer van 12 meter breed is de kantstrook minstens 12 mm dik. Bij een vloer van 8 meter minstens 10 mm (het minimum).

- Bij calciumsulfaatgebonden gietdekvloeren: 3 mm dikte per 10 m¹ vloerveld diagonaal, met een richtwaarde van 8 mm. Dit onder de voorwaarde dat de temperatuur tijdens het aanbrengen van de vloer niet veel verschilt van de gebruiksfase, zodat er weinig thermische uitzetting of krimp is te verwachten. Bijvoorbeeld: een vloer van 12 x 16 meter heeft een diagonaal van 20 meter, zodat de kantstrook 6 mm dik zou moeten zijn; 8 mm is het minimum.

Kantstroken kunnen worden gesneden uit platen Sonefloor of een ander veerkrachtig materiaal. Isover levert kant-en-klare kantstroken. Er zijn ook kantstroken met folie op de markt, die direct op de folie kunnen worden geplakt.

6.5 Folie

De verende laag wordt afgedekt met een doorgaande laag speciedichte folie, die wordt opgezet tegen de kantstroken. Er mag geen specie kunnen weglekken tussen platen verend materiaal en/of kantstroken. De folie vormt een soort bak waaruit geen specie mag weglekken.

De folie dient een waterdichtheid te bezitten van minstens 1,5 m waterkolom (volgens NEN-ISO 811). Hieraan voldoen de meeste folies met een dikte van minstens 0,2 mm. De folie dient zo sterk te zijn dat deze tijdens de uitvoering niet gemakkelijk beschadigd raakt.

Op de naden dienen de banen folie elkaar ongeveer 100 mm te overlappen. Plak deze naden altijd af om te voorkomen dat er specie tussen komt.



6.6 Dekvloer

De dekvloer neemt als eerste de vloerbelastingen op en geeft deze gespreid door aan de oplegging. Doordat de verende oplegging bij een ongelijkmatige belasting niet overal evenveel vervormt, ontstaat buiging in de dekvloer. Als de buigtrekspanningen in de dekvloer te groot worden, dan ontstaat scheurvorming.

Een verend opgelegde dekvloer moet worden ontworpen op het samenspel van belasting en de materiaaleigenschappen van de dekvloer en de verende laag. De berekening is tamelijk gecompliceerd en kan het beste worden overgelaten aan een constructeur.

Neem contact op met de leverancier van de dekvloer voor nadere informatie en vragen over de dekvloer.

Dekvloer: belasting

De dekvloer moet, indien mogelijk, worden ontworpen op de daadwerkelijk optredende vloerbelastingen. Berekening volgens NEN 6702 is bedoeld voor de draagvloer en te globaal voor berekening van de dekvloer. Het verdient aanbeveling in een overeenkomst tussen partijen aan te geven van welke maatgevende belasting moet worden uitgegaan.

Maatgevend voor de benodigde sterkteklasse en dikte van de dekvloer is meestal een puntbelasting op de rand van een vloerveld, bijvoorbeeld door een aquarium of boekenkast. Volgens (ontwerp-) NEN 2742:2007 kan als maatgevende belasting worden aangehouden: voor woningbouw een puntlast van 1,5 kN en voor utiliteitsbouw van 3,0 kN op de hoek van de dekvloer, werkend op een oppervlak van 40 x 40 mm.

Ook een lijnlast door een zware scheidingswand kan maatgevend zijn. Soms zijn dynamische (wisselende) belastingen maatgevend. Gelijkmatic verdeelde belastingen zijn niet maatgevend voor de sterkte en dikte van de dekvloer (wel voor de langeduursterkte van de verende laag, zie 6.3).

Dekvloer: materiaalkeuze

Een 'natte' dekvloer wordt in het werk aangebracht door te gieten ('gietdekvloer') of te smeren ('smeerdekvloer'). Gietdekvloeren zijn meestal calciumsulfaatgebonden, vaak

'anhydriet' genoemd. Ook bestaan er cementgebonden gietdekvloeren. Een smeerddek vloer is altijd cementgebonden.

Gietdekvloeren halen met weinig of geen verdichting de sterkte-eis. Toepassing van cementgebonden smeerddekvloeren blijkt in de praktijk moeilijk uitvoerbaar, omdat handmatig verdichten op een enigszins verende ondergrond niet optimaal mogelijk is. Dit kan leiden tot spreiding van de sterkte en tegenvallende sterktecijfers.

Dekvloer: sterkte

Voor de sterkte van een verend opgelegde dekvloer is de buig-treksterkte maatgevend.

Volgens NEN-EN 13813 wordt de buig-treksterkte aangeduid met de letter F. De eigenschappen, waaronder de F-klasse van cementgebonden smeerddekvloeren zijn te vinden in NEN 2741, van calciumsulfaatgebonden gietdekvloeren in CUR-aanbeveling 107 en van cementgebonden gietvloeren in CUR-aanbeveling 110.

LET OP

De tot voor kort gebruikte aanduidingen met D (voor cementgebonden smeerddekvloeren) en GD (voor calciumsulfaatgebonden gietdekvloeren) hebben betrekking op de druksterkte. Voor een verend opgelegde dekvloer is echter niet de druksterkte, maar de buig-treksterkte maatgevend.

Dekvloer: dikte

De constructief benodigde dikte *zonder* vloerverwarming is te schatten met onderstaande tabel, volgens (ontwerp-) NEN 2742:2007. Deze tabel geldt in combinatie met verende laag die voldoet aan CP5 (samendrukbaarheid hoogstens 5 mm; zie 6.3). Bij een verende laag met een geringere samendrukbaarheid volstaat mogelijk een kleinere dikte; het verdient aanbeveling in dat geval een berekening te (laten) maken. Houd ook bij lagere belastingen de aangegeven dikte aan.

Mèt vloerverwarming is de benodigde dikte die uit de tabel, vermeerderd met de dikte van de buizen, maar altijd vermeerderd met minstens 15 mm. De dekking op de buizen dient minstens 25 mm te bedragen.

Schatting van minimaal benodigde dikte van de dekvloer zonder vloerverwarming, in combinatie met verende laag CP5.

Sterkteklasse dekvloer volgens EN 13813	Bij puntlast 1,5 kN of lijnlast 5 kN/m (woongebouw)	Bij puntlast 3,0 kN of lijnlast 10 kN/m (utiliteitsgebouw)
F1	70 mm	95 mm
F2	50 mm	70 mm
F3	40 mm	55 mm
F4	35 mm	50 mm
F5	30 mm	45 mm
F6	30 mm	40 mm
F7	25 mm	35 mm

Dekvloer: wapening

Over het nut van wapening in een verend opgelegde dekvloer bestaan verschillende opvattingen. Voor cementgebonden dekvloeren kan op kritieke plaatsen wapening nuttig zijn. Bijvoorbeeld waar buizen van een vloerverwarming samenkomen of in de binnenhoek van een L-vormige plattegrond. Gezien de scheurongevoeligheid van anhydriet is het opnemen van wapening in dit type dekvloer niet gebruikelijk. Om een hogere sterkte te bereiken, is vergroting van de dikte van de dekvloer een veel effectiever middel dan wapening.



Raadpleeg een constructeur voor de toepassing en dimensionering van wapening.

LET OP

Een montagenet is te licht om als wapening te kunnen dienen.

Dekvloer: dilataties

Velddilataties (ten onrechte ook wel 'krimpvoegen' genoemd) delen de dekvloer op in velden van beperkte grootte, meestal rechthoekig. Dilataties kunnen nodig zijn om de dekvloer in horizontale richting vrij te kunnen laten vervormen. Dilataties vormen verzwakkingen in de dekvloer. Breng daarom niet meer velddilataties aan dan strikt noodzakelijk. De noodzaak en positie van dilataties is af te leiden uit een afweging per project. De in de draagvloer aanwezige bouwkundige dilataties dienen in ieder geval altijd doorgezet te worden in de dekvloer.

Een velddilatatie doorsnijdt de gehele dikte van de dekvloer, inclusief een eventuele harde vloerafwerking. Meest eenvoudig is achteraf inzagen en afwerken met een inbouwprofiel of kitvoeg. De uitvoering vergt zorgvuldigheid.

Kruisingen van velddilataties met verwarmingsbuizen zijn af te raden.

6.7 Leidingen

Buizen voor vloerverwarming lopen altijd door de dekvloer (zie 6.8). CV-leidingen en leidingen voor warm of koud tapwater kunnen worden aangebracht in de draagvloer, in de uitvullaag, in de verende laag of onder voorwaarden in de dekvloer.

Voor leidingen in de verende laag noemt (ontwerp-) NEN 2742:2007 de volgende voorwaarden:

- De leiding in de verende laag mag niet leiden tot contactbruggen. Direct contact tussen de leiding en dekvloer is dus niet toegestaan. Dat betekent dat het verend materiaal moet doorlopen over de leiding, bij voorkeur ononderbroken.
- Bij leidingen door een sleuf in de verende laag mag deze sleuf niet breder zijn dan twee maal de dikte van de dekvloer.

Voor leidingen in de dekvloer noemt (ontwerp-) NEN 2742: 2007 de volgende voorwaarden:

- Op de leiding een dekking van minstens 25 mm.
- De leiding moet zo worden bevestigd dat de dekking is gegarandeerd en opdrijven niet mogelijk is (zie 6.8).
- De dekvloerdikte (volgens de tabel op pagina 40 of volgens berekening) moet worden vermeerderd met de dikte van de leiding.
- De oppervlaktetemperatuur van de (geïsoleerde) leiding mag niet hoger zijn dan 45°C.
- Een leiding die kan uitzetten of verkorten door verandering van temperatuur, zoals voor cv en warm tapwater, moet in een mantelbuis liggen. Buizen voor vloerverwarming niet, omdat een mantelbuis de warmte-afgifte belemmert.
- Leidingen (zowel horizontale als kruisend met de dekvloer) mogen nergens een contactbrug vormen (zie ook 6.3).
- Het opstoken van vloerverwarming moet gebeuren volgens een protocol om schade te voorkomen. Nooit, ook bij normaal gebruik, mag de temperatuur van de dekvloer meer dan 20°C over de hoogte van de dekvloer verschillen.

LET OP

Om het ontstaan van legionella te voorkomen, zijn er eisen aan de afstand van leidingen voor koud drinkwater tot leidingen van warm tapwater, CV en vloerverwarming. In het algemeen is de minimale afstand 200 mm.

LET OP

Gasleidingen mogen niet in de dek- of draagvloer worden opgenomen.

6.8 Vloerverwarming

De buisdiameter ligt tussen 12 en 20 mm, de buisafstand meestal tussen 100 en 300 mm.

De buizen voor vloerverwarming lopen door de onderzijde van de dekvloer. Het is van belang ze zodanig te bevestigen dat ze tijdens het aanbrengen van de dekvloer niet kunnen losraken, opdrijven of verschuiven. Er zijn verschillende manieren om de buizen te bevestigen:

- Vastklikken in speciale noppenplaten of u-profielen.
- Afbinden aan een montagenet. Let op: bij het aanbrengen kunnen de scherpe kanten van een montagenet de folie gemakkelijk beschadigen!

Bevestiging met prikbeugels ('tackers') is niet geschikt voor minerale wol. Het risico bestaat dat de verende laag geheel wordt doorboord en de beugels daardoor contactbruggen vormen.

De dekking boven de buizen dient minstens 25 mm te bedragen. Voor een gelijkmatige oppervlaktetemperatuur kan meer dan 30 mm wenselijk zijn. Bij toepassing van gelijmde tegels kan voor deze dekking de dikte inclusief tegels worden gerekend, omdat de tegels constructief meewerken.

De installatie voor vloerverwarming kan ook worden ingezet voor koeling.

Meer informatie over vloerverwarming: ISSO publicaties 49 en 51 en productinformatie van de diverse leveranciers.

6.9 Natte ruimten

Toepassing van een verend opgelegde dekvloer in een natte ruimte vraagt extra zorgvuldigheid bij de materiaalkeuze, detaillering en uitvoering.

Calsiumsulfaatgebonden gietdekvloeren zijn niet bestand tegen langdurige inwerking van vocht. Toch kan zo'n dekvloer zonder problemen in badkamers worden toepast. Voorwaarde daarvoor is dat een douche wordt uitgevoerd als douchebak (of bad), en dat het tegelwerk op de juiste wijze wordt aangebracht. Een cementgebonden dekvloer is wel bestand tegen vocht. Ook daarbij dient het tegelwerk op de juiste wijze te worden aangebracht. Voor uitgebreid advies adviseren wij u contact op te nemen met de leverancier van de tegellijm.

Vocht mag niet in de vloeropbouw kunnen dringen omdat dit lekkage en schimmelvorming tot gevolg kan hebben. Dat vraagt om aansluitingen die waterdicht zijn, maar geen contactbrug vormen. De aansluitingen tussen vloer en wanden en rond douchebak of bad dienen te worden afgewerkt met flexibel, waterdicht voegwerk zoals elastische kit. Om spanningen te voorkomen dient de dekvloer volledig uitgehard te zijn voordat het tegelwerk wordt aangebracht.

Voor het aanbrengen van de tegels de randstroken afsnijden gelijk met de dekvloerhoogte, dan langs de randen een kimband aanbrengen. Deze kimband in een waterdichte coating inwerken, waarna de vloer- en wandtegels kunnen worden aangebracht. De naden tussen vloer en wand opvullen met een kitvoeg. Voor uitgebreider advies verwijzen wij u naar de leverancier van de tegellijm.

Ook is het belangrijk al het leidingwerk, zoals een onderuitlaat van een toiletpot, los te houden van de verend opgelegde dekvloer en het tegelwerk daarop. Een toiletpot met achteruitlaat en kunststof afvoermanchet op de standleiding is minder uitvoeringsgevoelig omdat een doorvoer door de verend opgelegde dekvloer niet nodig is.

Een goede oplossing kan zijn in een natte ruimte geen verend opgelegde dekvloer toe te passen, maar een dikkere massieve vloer. Die levert weliswaar minder contactgeluidisolatie, maar vaak is de onderliggende ruimte ook een natte ruimte en is de eis dan ook 5 dB lager (zie 2.4).

6.10 Binnenwanden

Binnenwanden op de dekvloer

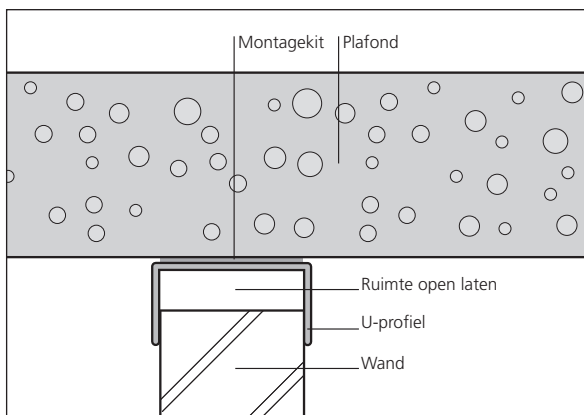
Bij correcte detaillering en uitvoering is te voldoen aan de eisen volgens het Bouwbesluit en de Comfortklassen, zowel met de binnenwanden op de dekvloer als met de binnenwanden op de draagvloer (zie hieronder).

Onderstaande aanbevelingen zijn voor het merendeel afkomstig uit NPR 5070.

- Plaatsing van de binnenwanden op de dekvloer leidt tot grotere vloervelden dan bij plaatsing op de draagvloer. Dat verhoogt de contactgeluidisolatie.
- Grotere vloervelden vereenvoudigen tevens de uitvoering en waarborgen de vrije indeelbaarheid. Ook zijn er minder randen, wat de kans op contactbruggen verkleint.
- Plaatsing van de binnenwanden op de dekvloer kan ook gunstig zijn voor de luchtgeluidisolatie tussen woningen boven elkaar.
- Als een binnenwand de scheiding tussen twee verblijfsruimten binnen een woning vormt en op de dekvloer staat, dan dient de massa van de dekvloer minstens

100 kg/m² te bedragen. Anders is de flankerende geluidsoverdracht te groot.

- Zware binnenwanden zoals gipsblokken en cellenbeton vormen een grote lijnbelasting. Gietdekvloeren kunnen die belasting als regel wel opnemen, maar dit behoort te worden onderzocht door een constructeur. Het gewicht van zware binnenwanden kan de vrije horizontale vervorming van de dekvloer belemmeren. Lichte binnenwanden zoals metal-studwanden zijn constructief gezien een betere oplossing om op de dekvloer te plaatsen.
- Binnenwanden op de dekvloer moeten flexibel worden aangesloten aan het opgaande werk dat direct in contact staat met de draagconstructie, zoals bouwmuren en bovengelegen vloeren. Flexibele aansluitingen voorkomen akoestische kortsluitingen en scheurvorming in de binnenwanden. Dit geldt vooral voor massieve binnenwanden. Bij metalstud binnenwanden worden vaak rubbers opgenomen op de C-en U-profielen (zie NPR 5086:2006). In combinatie met de lage massa zorgt dit voor voldoende ontkoppeling.
- Bij flexibele aansluitingen tussen wanden onderling en aan het plafond is de afwerking zoals spuitwerk een punt van aandacht. Een aansluiting met bijvoorbeeld een insnijding, U-profiel en/of elastische kit camoufleert of voorkomt de (onvermijdelijke) scheuren.



Binnenwanden op de draagvloer

Bij correcte detaillering en uitvoering is te voldoen aan de eisen volgens Bouwbesluit en de Comfortklassen, zowel met de binnenwanden op de dekvloer (zie hierboven) als met de binnenwanden op de draagvloer.

Onderstaande aanbevelingen zijn voor het merendeel afkomstig uit NPR 5070.

- Plaatsing van de binnenwanden op de draagvloer leidt tot kleinere vloervelden dan bij plaatsing op de dekvloer. Dat vermindert in principe contactgeluidisolatie.
- Plaatsing van de binnenwanden op de draagvloer kan ook ongunstig zijn voor de luchtgeluidisolatie tussen woningen boven elkaar.
- Bij plaatsing van de binnenwanden op de draagvloer loopt de dekvloer bij binnenwanden niet door. Daardoor is de flankerende geluidoverdracht binnen de woning kleiner dan bij plaatsing op de dekvloer.
- Plaatsing van binnenwanden op de draagvloer maakt de vloervelden kleiner en vergroot de lengte van de rand-aansluitingen. Dit vergroot de kans op contactbruggen. Vooral bij deuropeningen is het lastig deze aansluiting goed te detailleren en uit te voeren. Er is weinig of geen vrije indeelbaarheid van de woning.



7. Aandachtspunten bij de uitvoering

7.1 Werkvolgorde en planning

Een verend opgelegde dekvloer is een geavanceerde constructie. Goed overleg, een goede planning en een zeer zorgvuldige uitvoering zijn onontbeerlijk voor een kwaliteitsproduct dat voldoet aan de eisen.

Voorkom contactbruggen! Starre kortsluitingen van de verende laag geven een verslechtering van de geluidsisolatie. Ook belemmert een contactbrug vrije vervormingen, zodat scheuren in de dekvloer kunnen ontstaan.

Een juiste werkvolgorde verkleint de kans op uitvoeringsfouten.

- Plan de werkzaamheden zodanig dat na het aanbrengen van verende laag en folie geen andere werkzaamheden of werkverkeer in de ruimte plaatsvinden. Vooral het verende materiaal en de folie kunnen beschadigen waardoor de akoestische werking van de verend opgelegde dekvloer sterk kan verslechteren.
- Sonefloor is goed beloopbaar zonder beschadigingen te veroorzaken. Pas wel op met materieel en materialen met scherpe hoeken. Ook kruiwagens, rolsteigers e.d. veroorzaken beschadigingen. Zorg ervoor dat voor het aanbrengen van de verend opgelegde dekvloer hulpconstructies ten behoeve van steigers en stempels verwijderd zijn.

7.2 Aanbrengen verende laag en folie

- Sonefloor trekt geen vocht aan en is ongevoelig voor vocht. Om vochtinsluiting in de vloeropbouw te voorkomen, dient het wel droog te zijn bij verwerking. Zorg dus dat het niet nat wordt tijdens opslag.
- Controleer de vlakheid van de draagvloer en vlak deze zonodig uit.
- Als er in een uitvullaag leidingen opgenomen worden, maak de uitvullaag dan minstens even hoog als de leidingen en zorg dat deze passend aansluit langs de leidingen.
- Als er in de verende laag leidingen opgenomen worden, dan mag volgens (ontwerp-) NEN 2742 een sleuf voor leidingen niet breder zijn dan twee maal de dikte van de dekvloer.

- Breng de platen Sonefloor aan in halfsteens verband, strak aansluitend.
- Voorkom beschadiging van de verende laag en/of folie. Sluit de ruimte zonodig tijdelijk af met een deur of schot.
- Start met het aanbrengen van de kantstroken waar de dekvloer grenst aan verticale constructies en leidingen.
- Kantstroken moeten ononderbroken doorgaan en strak aansluiten op de verende laag.
- Sluit het isolatiemateriaal zo goed mogelijk aan rond de leidingen. Gebruik hiervoor passtukken of isolatieschalen.
- Zet kantstroken en passtukken zo hoog (30 mm boven de dekvloer) op dat ze uitsteken boven de dekvloer, inclusief toekomstige vloerafwerking.
- Dek de verende laag af met folie en zet deze op tegen de kantstroken. Leg de banen folie met ongeveer 100 mm overlap. Plak de naden af zodat de zeer vloeibare specie van gietvloeren er niet in kan dringen. Repareer eventuele beschadigingen.

7.3 Aanbrengen vloerverwarming

- Bevestig de leidingen van de vloerverwarming aan een montagenet, speciale profielen of noppenplaat.
- Tape een montagenet vast aan de onderliggende folie om opdrijven van leidingen te voorkomen.
- Bij het aanbrengen van een montagenet kunnen de scherpe kanten de folie en de verende laag gemakkelijk beschadigen! Repareer eventuele beschadigingen.
- Vul de buizen van de vloerverwarming en breng deze op druk (zie ISSO-publicatie 49).
- Volg de aanwijzingen van de leverancier van de vloerverwarming zorgvuldig op.

7.4 Aanbrengen en afwerken dekvloer

- Gebruik voor het maken van dilataties bij voorkeur een voegplank, bekleed met folie of ingesmeerd met lijnolie, zodat hij gemakkelijk te verwijderen is. Naderhand inslijpen kan ook, maar is lastiger.
- Om schotelen van een cementgebonden gietdekvloer te voorkomen kan het tijdens uitharding nodig zijn de vloer onder folie te houden. Sommige leveranciers passen een nabehandeling toe.
- Houd rekening met de uithardingstijd en de omstandigheden zoals vocht of vorst.
- Bij toepassing van een hechtende vloerafwerking zal een calciumsulfaatgebonden dekvloer als regel worden

geschuurd of geborsteld. Dit wordt gedaan om de huid die bij verwerking is ontstaan, te verwijderen. Schuren heeft als voordeel dat tegelijk kleine oneffenheden worden verwijderd.

- Volg de aanwijzingen van de leverancier van de dekvloer zorgvuldig op.

7.5 Tijdens de afbouw

- Houd de kantstroken bij de afwerking van de wanden en gevels geheel vrij van resten cement, pleisterwerk en dergelijke. Deze vormen contactbruggen tussen de dekvloer en het opgaand werk. Verwijder deze verontreinigingen onmiddellijk.
- Voer eventuele reparaties aan de draagvloer en dekvloer zorgvuldig uit. Herstel altijd eerst de verende laag en de waterdichte laag. Pas daarna mag de dekvloer weer worden aangeheeld. Anders ontstaat alsnog een contactbrug.
- Bij reparatie van een rand van de dekvloer mag de reparatiemortel geen contact maken met het opgaand werk.

7.6 Plinten

- Snijd na het uitharden van de dekvloer de overtollige hoogte van de kantstrook af, niet lager dan de bovenkant van de vloerafwerking.
- Een plint dient minstens zo dik te zijn als de kantstrook.
- Houd een plint rondom los van de vloer (afwerking). Naden mogen niet worden dichtgekit, behalve in natte cellen met een elastisch blijvende kit.
- Kit naden bij dorpels af om vervuiling van de naad te voorkomen. Gebruik hiervoor geen polyurethaanschuim. Elastisch blijvende kit mag altijd worden gebruikt bij bijvoorbeeld natuurstenen dorpels.

7.7 Ingebruikneming

- Een te hoog vochtgehalte in de dekvloer kan schade veroorzaken in de vloerafwerking. Volg de aanbevelingen van de betreffende leveranciers.
- Te snelle opwarming door vloerverwarming kan schade veroorzaken. Volg de aanbevelingen van de betreffende leveranciers.



8. Tips voor bewoners en verenigingen van eigenaren (vve)

Verend opgelegde dekvloeren verhogen het wooncomfort. Om optimaal te kunnen profiteren van de goede geluidsisolatie dienen bewoners voor de inrichting van hun woning met een aantal belangrijke punten rekening te houden.

8.1 Harde vloerafwerking vrijhouden van wanden en leidingen

Indien harde vloerafwerking contact maakt met het opgaande werk (wanden, leidingen e.d.) verslechtert de contactgeluidisolatie van de vloer. Let daarom op de onderstaande punten:

- Harde vloerafwerkingen zoals plavuizen, natuursteen en parket, mogen geen enkel contact maken met het opgaande werk. Houd daarom langs alle randen van de vloerafwerking in horizontale richting 8 tot 10 mm vrij.
- Bevestig plinten aan de wand en maak hierbij geen contact met de vloer.
- Bij reparatie van een rand van de vloer mag de reparatiemortel geen contact maken met het opgaande werk.
- Bij wijzigingen aan de wandafwerking, zoals stucwerk of betegeling, is het essentieel dat de wand geheel vrij blijft van de vloer. Verwijder direct resten cement, pleisterwerk e.d. van de verende kantstrook rondom de dekvloer.

8.2 Niet verend op verend!

Twee verend opgelegde constructies op elkaar kunnen elkaar beïnvloeden. In veel gevallen zal de contactgeluidisolatie van zo'n combinatie zelfs slechter worden dan van de oorspronkelijke verend opgelegde dekvloer alleen! Let daarom op de onderstaande punten:

- Pas op een verend opgelegde dekvloer geen 'zwevend' parket of 'zwevend' laminaat toe. Bevestig zo'n vloerafwerking direct zonder verende tussenlaag op de dekvloer.
- Een zachte vloerafwerking (bijv. tapijt) op een verend opgelegde dekvloer verslechtert de geluidisolatie nooit.
- Breng niet nóg een verend opgelegde dekvloer aan op een bestaande verend opgelegde dekvloer.

Bovenstaande punten dienen een vast onderdeel te zijn van het reglement van de verenigingen van eigenaren en van huurcontracten tussen huurder en verhuurders.

9. Isover productinformatie

9.1 Isover Sonefloor

Isover Sonefloor is een zeer drukvaste onbeklede glaswolplaat. Toegepast in verend opgelegde dekvloeren zorgt Sonefloor voor een optimale contactgeluidisolatie van vloeren. Sonefloor is onder meer toepasbaar onder cementgebonden en calciumsulfaatgebonden (anhydriet) dekvloeren. Verend opgelegde dekvloeren worden toegepast in appartementsgebouwen, woningen, kantoren en winkels, zowel bij renovatie als in de nieuwbouw.

Belangrijke productvoordelen

- Optimale contactgeluidisolatie door lage dynamische stijfheid.
- Door de hoge drukvastheid is Sonefloor tijdens de verwerking goed beloopbaar. Dat verkleint het risico op schade en contactbruggen.
- Sonefloor is verkrijgbaar vanaf 12 mm. Door deze dunne dikte is Isover Sonefloor geschikt voor slankere vloerconstructies.
- Toepasbaar bij hogere vloerbelasting (zie 6.3).
- Combinatie met vloerverwarming mogelijk.
- Een verend opgelegde dekvloer met Sonefloor kan voldoen aan de contactgeluidseisen van het Bouwbesluit en de (veel) hogere eisen van de Comfortklassen.

Technische gegevens

Akoestische eigenschappen

- Contactgeluidisolatie: een verbetering van de contactgeluidisolatie I_{co} met meer dan 20 dB is te behalen, afhankelijk van de toegepaste constructie. Voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.
- Dynamische stijfheid (s') volgens NEN-ISO 9052-1, rapport LeVeL Acoustics LA.61301-2007:
 - Sonefloor 12 mm: 17,4 MN/m³
 - Sonefloor 15 mm: 13,8 MN/m³
 - Sonefloor 20 mm: 12,0 MN/m³
 - Sonefloor 25 mm: 7,5 MN/m³
 - Sonefloor 30 mm: 6,4 MN/m³

Druksterkte

- Gemiddelde drukbelasting bij 10% vervorming volgens EN 826 is 8,0 kPa (voor Sonefloor met een dikte van 20 mm).
- Kruip: op lange duur stabiel volgens EN 1606. Vervorming na 25 jaar < 1 mm (gemeten voor Sonefloor met een dikte van 20 mm, rapport EMPA).
- Druksterkteklasse CP2 voor Sonefloor 12 mm en CP3 voor Sonefloor 15, 20, 25 en 30 mm volgens EN 12341.

Vochtgedrag

- niet capillair;
- waterafstotend;
- niet hygroscopisch;
- waterdampdiffusieweerstandsgetal: $\mu \approx 1,0$.

Overige eigenschappen

- rotvrij;
- vormvast;
- geen voedingsbodem voor ongedierte;
- niet corrosief.

Certificering

- CE-markering;
- Kwaliteitssysteem: gecertificeerd volgens ISO 9001;
- Milieuzorgsysteem: gecertificeerd volgens ISO 14001.

Afmetingen

Dikte in mm	Lengte x breedte in mm	m ² per collo	m ² per pallet
12	1200 x 600	18,00	288,00
15	1200 x 600	14,40	230,40
20	1200 x 600	10,80	172,80
25	1200 x 600	8,64	138,24
30	1200 x 600	7,20	115,20

Verpakking

Sonefloor wordt geleverd in pakken op pallets. De pallets zijn voorzien van weerbestendige folie en kunnen buiten op de bouwplaats worden opgeslagen.

9.2 Isover Sonefloor Classic

Isover Sonefloor Classic is een drukvaste onbeklede glaswolplaat. Toegepast in verend opgelegde dekvloeren zorgt Sonefloor Classic voor een optimale contactgeluidisolatie van vloeren. Sonefloor Classic is onder meer toepasbaar onder cementgebonden en calciumsulfaatgebonden (anhydriet) dekvloeren. Verend opgelegde dekvloeren worden toegepast in appartementsgebouwen, woningen, kantoren en winkels, zowel bij renovatie als in de nieuwbouw.

Belangrijke productvoordelen

- Optimale contactgeluidisolatie door lage dynamische stijfheid.
- Combinatie met vloerverwarming mogelijk.
- Met Sonefloor Classic kan men voldoen aan de contactgeluidseisen van het Bouwbesluit en volgens Comfortklasse.

Technische gegevens

Akoestische eigenschappen

- Contactgeluidisolatie: een verbetering van de contactgeluidisolatie I_{co} met meer dan 20 dB is te behalen, afhankelijk van de toegepaste constructie. Voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit.
- Dynamische stijfheid (s') volgens NEN-ISO 9052-1, rapport LeVeL Acoustics LA.61301-2007:
Sonefloor Classic 20 mm: 9,1 MN/m³
Sonefloor Classic 25 mm: 8,7 MN/m³
Sonefloor Classic 30 mm: 9,5 MN/m³

Druksterkte

- Gemiddelde drukbelasting bij 10% vervorming volgens EN 826 bedraagt 2,8 kPa.
- Druksterkteklasse CP5 voor Sonefloor Classic 20, 25 en 30 mm volgens EN 12431.

Vochtgedrag

- niet capillair;
- waterafstotend;
- niet hygroscopisch;
- waterdampdiffusieweerstandsgetal: $\mu \approx 1,0$.

Overige eigenschappen

- rotvrij;
- vormvast;
- geen voedingsbodem voor ongedierte;
- niet corrosief.

Certificering

- CE-markering;
- Kwaliteitssysteem: gecertificeerd volgens ISO 9001;
- Milieuzorgsysteem: gecertificeerd volgens ISO 14001.

Afmetingen

Dikte in mm	Lengte x breedte in mm	m ² per collo	m ² per pallet
20	1200 x 600	18,00	216,00
25	1200 x 600	14,40	172,80
30	1200 x 600	11,52	138,24

Verpakking

Sonefloor Classic wordt geleverd in pakken op pallets. De pallets zijn voorzien van weerbestendige folie en kunnen buiten op de bouwplaats worden opgeslagen.



10. Resultaten

10.1 Laboratoriummetingen

	Constructie			
Akoestisch bureau	Draagvloer	Isolatie	Dekvloer	
Peutz te Mook	140 mm beton	12 mm Sonefloor	30 mm anhydriet	
	140 mm beton	12 mm Sonefloor	40 mm anhydriet	
	140 mm beton	12 mm Sonefloor	55 mm anhydriet	
	140 mm beton	20 mm Sonefloor	40 mm anhydriet	
	140 mm beton	12 mm + 20 mm Sonefloor (20 mm als uitvullaag voor leidingwerk)	45 mm anhydriet	

10.2 Praktijkvoorbeelden

		Constructie			
Akoestisch bureau	Project	Draagvloer	Uitvullaag	Isolatie	
Kupers & Niggebrugge te Utrecht	Appartementen-complex Scheveningen	230 mm beton	–	20 mm Sonefloor Classic (SF525C)	
Kupers & Niggebrugge te Utrecht	Appartementen-complex Scheveningen	230 mm beton	–	20 mm Sonefloor	
Cauberg-Huygen te Rotterdam	40 woningen Zoetermeer	200 mm beton	Leidingen wegge- werkt in een uit- vullaag van zand- cement 30 mm	20 mm Sonefloor	
Adviesburo Nieman te Utrecht	15 apartemen- ten Zevenaar	230 mm beton	Leidingen wegge- werkt in een uitvullaag van 25 mm uitvul- mortel	12 mm Sonefloor	

	Behaalde waarden $I_{co,lab}$ (dB)			
	Draagvloer zonder zwevende dekvloer	Verbetering door zwevende dekvloer	Resultaat totale constructie	Opmerking
	-10	$\Delta I_{co,lab} = +18$ dB	+8	Draagvloer van laboratorium (14 cm) is veel dunner (dus minder massa) dan in de huidige praktijk (veel voorkomend is 22 à 23 cm)
	-10	$\Delta I_{co,lab} = +17$ dB	+7	
	-10	$\Delta I_{co,lab} = +18$ dB	+8	
	-10	$\Delta I_{co,lab} = +21$ dB	+11	
	-10	$\Delta I_{co,lab} = +29$ dB	+19	

	Behaalde waarden I_{co} (dB)			
	Dekvloer	Niet-verblijfsruimten, bijv. badkamer (minimumeis bouwbesluit: $I_{co} = 0$ dB)	Verblijfsruimten bijv. slaapkamers of woonkamer (minimumeis bouwbesluit: $I_{co} = +5$ dB)	Opmerkingen
	45 mm anhydriet	+9	+11, +12 (2x), +17	Appartement vergelijkbaar met test Sonefloor (zie hieronder)
	45 mm anhydriet	+12	+14, +16 (2x), +20	Appartement vergelijkbaar met test Sonefloor Classic (zie hierboven)
	50 mm anhydriet	+10	+12 (2x), +14, +18 (4x), +20	Zeer goede resultaten ondanks negatieve invloed van leidingkokers
	40 mm anhydriet	–	+3, +5, +7, +8, +9 (2x), +11, +13, +15	De lagere resultaten zijn veroorzaakt door het ontbreken van ommanteling van de radiatorleidingen

11. Begrippen

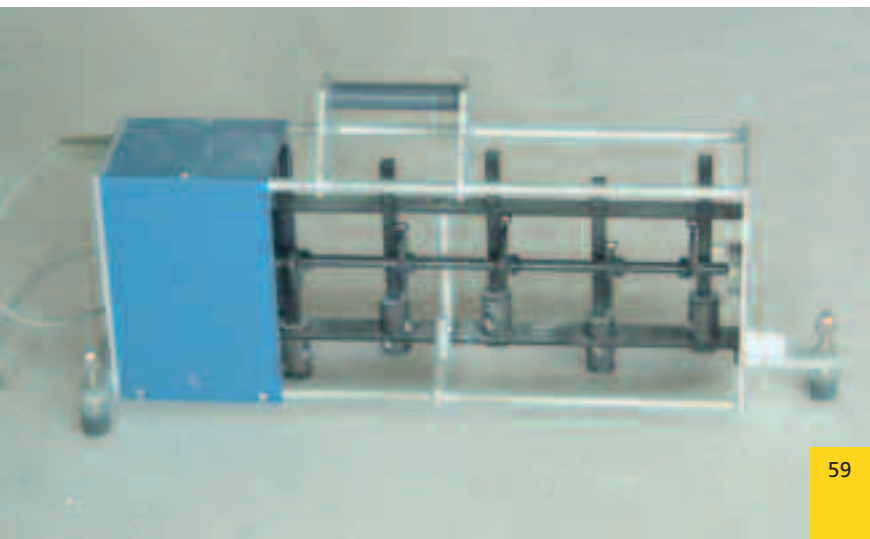
Grootheid	Symbool	SI-eenheid
Lengte (l)	m (meter)	(basiseenheid)
Massa (m)	kg (kilogram)	(basiseenheid)
Tijd (t)	s (seconde)	(basiseenheid)
Temperatuur (T)	K (Kelvin)	(basiseenheid)
Frequentie	Hz (Hertz)	1/s
Kracht (F)	N (Newton)	m.kg/s ²
Druk	Pa (Pascal)*	N/m ² *
Dichtheid, soortelijke/ volumieke massa		kg/m ³
Dynamische stijfheid (s')		MN/m ³
Buig-treksterkte		N/mm ²
Statische stijfheid, E-modulus (E)		N/mm ²

* Vloerbelasting is eigenlijk een 'druk': 1 kPa = 1 kN/m² = ong. 100 kg/m²

Grootheid	Symbool
Geluidsdruk(niveau)	dB = decibel
Geluidsdruk(niveau), gewogen	dB(A)
Contactgeluidisolatie, index (I_{co})	dB
Contactgeluidniveau ($L_{nT,A}$)	dB
Contactgeluidisolatie, verbetering (ΔL_{lin})	dB
Contactgeluidisolatie, verbetering (ΔI_{co})	dB
Contactgeluidisolatie, verbetering (ΔL_w) (in Nederland niet bruikbaar)	dB
Kwaliteitscijfer geluidwering (k)	–

SI- voorvoegsel	Symbool	Grootte	Decimaal
giga	G	10^9	1 000 000 000
mega	M	10^6	1 000 000
kilo	k	10^3	1 000
milli	m	10^{-3}	0,001
micro	mu	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001

SI betekent *Système International*, een internationaal overeengekomen systeem van basiseenheden en afgeleiden daarvan.



Literatuur

Normen en praktijkrichtlijnen

Uitgave: NEN, Delft.

- NEN 1070:1999. Geluidwering in gebouwen – Specificatie en beoordeling van de kwaliteit.
- NEN 2741:2001. In het werk vervaardigde vloeren – Kwaliteit en uitvoering van cementgebonden dekvloeren.
- NEN 2742:2007 (ontwerpnorm, nog niet definitief). Zwevende dekvloeren – Terminologie, uitvoering en kwaliteitsbeoordeling.
- NEN 5077:2001. Geluidwering in gebouwen – Bepalingsmethoden voor de grootheden voor luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidwering van scheidingsconstructies en geluidniveaus veroorzaakt door installaties.
- NEN 5077:2006. Geluidwering in gebouwen – Bepalingsmethoden voor de grootheden voor geluidwering van uitwendige scheidingsconstructies, luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, geluidniveaus veroorzaakt door installaties en nagalmtijd.
- NEN-EN 1991-1-1:2002. Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Dichtheden, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen.
- NEN-EN 12354-2:2000, Geluidwering in gebouwen – Berekening van de akoestische eigenschappen van gebouwen met de eigenschappen van bouwelementen – Deel 2: Contactgeluidisolatie tussen ruimten.
- NEN-EN 12431:1998 Materialen voor de thermische isolatie van gebouwen – Bepaling van de dikte van isolatieproducten in zwevende dekvloeren.
- NEN-EN 13813:2002. Dekvloermortel en dekvloeren – Dekvloermortels – Eigenschappen en eisen.
- NEN-EN-ISO 140-8:1997 Akoestiek – Het meten van geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen – Deel 8: Laboratoriummeting van de vermindering van de geluidoverdracht door lopen op vloerbedekkingen op een massieve standaardvloer.
- NEN-EN-ISO 717-2: 1997 Akoestiek – Eengetalsaanduiding voor de geluidisolatie in gebouwen en van bouwelementen – Deel 2: Contactgeluidisolatie.
- NEN-ISO 9052-1:1992. Akoestiek – Bepaling van de dynamische stijfheid – Deel 1: Materialen gebruikt onder zwevende vloeren in woningen.
- NPR 5070:2005. Geluidwering in woongebouwen – Voorbeelden van wanden en vloeren in steenachtige draagconstructies.

Overige publicaties

- CUR-aanbeveling 107, Gietvloeren met calsiumpulfaat als bindmiddel. CUR, Gouda, januari 2007
- CUR-aanbeveling 110, Gietvloeren met cement als bindmiddel. CUR, Gouda, verwacht in 2007
- ISSO-publicatie 49, Kwaliteitseisen vloer- en wandverwarming. ISSO, Rotterdam, 2004.
- ISSO-publicatie 51, Warmteverliesberekening voor woningen en woongebouwen. ISSO, Rotterdam, 2001.
- SBR-publicatie 485.05, Zwevende dekvloeren in de woningbouw. SBR, Rotterdam, mei 2005.
- SBR-publicatie 251, Laten we zacht zijn voor elkaar. SBR, Rotterdam, 1991
- SBR-publicatie 392.99, Dilatatievoegconstructies in dek- en afwerkvloeren. SBR, Rotterdam, 1999.



Geluid is overal om ons heen en kan een bron van plezier zijn, maar ook van hinder. Bij nieuwbouw en renovatie van woningen en gebouwen wordt dan ook steeds meer aandacht besteed aan goede geluidisolatie.

Een belangrijk onderdeel hiervan is de contactgeluidisolatie van vloeren. Vooral in appartementsgebouwen verhoogt een goede contactgeluidisolatie het wooncomfort. Bij projecten is het vaak niet voldoende om te voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. Steeds vaker worden er hogere eisen gesteld volgens de zogenaamde Comfortklassen.

Dit vademecum is bedoeld voor professionals in de bouw die te maken hebben met de eisen van contactgeluidisolatie en het toepassen van zwevende dekvloeren, zowel in de ontwerp- als in de uitvoeringsfase. Theorie en praktijk worden in een aantal hoofdstukken behandeld, aangevuld met resultaten van geluidmetingen. Dit vademecum is daarmee een handig hulpmiddel in de praktijk.

Informatie en correspondentie:
Saint-Gobain Isover Benelux B.V.
Verkoopkantoor Nederland
Stuurtweg 1b
Postbus 96
4130 EB Vianen
Telefoon 0347 35 84 00
Fax 0347 35 84 01
E-mail algemeen: info@isover.nl
E-mail verkoop: verkoop@isover.nl
www.isover.nl

Hoofdkantoor
Parallelweg 20
4878 AH Etten-Leur