Bedrijfschap Afbouw

Het (Dek)vloerenboek

Achtergronden, systemen en aandachtspunten voor in het werk vervaardigde (dek)vloeren

Het (Dek)vloerenboek

Achtergronden, systemen en aandachtspunten voor in het werk vervaardigde (dek)vloeren

Auteur: **C.A. van der Steen**

In opdracht van:

Bedrijfschap Afbouw

Editie 2010

INHOUDSOPGAVE

		pagina
VOORWOORD		**8**
1.	**INTRODUCTIE**	**9**
2.	**OPBOUW VAN EEN VLOER**	**10**
2.1	Begrip vloer	10
2.2	Opbouw vloer	10
2.3	Draagvloer	10
2.3.1	Vrijdragend of elastisch ondersteund	10
2.3.2	Beton of steen	11
2.3.3	Metaal, staal	11
2.3.4	Hout	12
2.4	Dekvloer, functie	12
2.5	Dekvloer, indeling	12
2.5.1	Indeling dekvloeren	12
2.5.2	Indeling op basis van bindmiddel	12
2.5.3	Indeling op basis van uitvoering	13
2.5.4	Indeling op basis van verwerking	14
2.5.5	Indeling op basis van laagopbouw	14
2.6	Vloerafwerking (eindafwerking)	15
2.7	Meer functies in één	15
3.	**OP WEG NAAR PRESTATIE-EISEN VOOR DEKVLOEREN**	**16**
3.1	Succes door samenhang	16
3.2	Normontwikkeling in prestatiedenken	18
3.3	Historie	19
3.4	Sterk zat	19
3.5	Waarom prestatie-eisen?	20
3.6	Prestatie-eisen voor vloermortels	20
3.7	Prestatie-eisen voor dekvloeren	22
3.8	Prestatie-eisen in de praktijk	23
3.9	Type dekvloer, aanduidingen	24
3.10	Nieuwe sterkte-aanduidingen, C of Cw	24
3.10.1	Sterkte-aanduiding	24
3.10.2	Hoe het was	24
3.10.3	Hoe het nu is	25
3.11	Introductie BRE-screed test	26
4.	**SAMENSTELLING DEKVLOEREN**	**28**
4.1	Bindmiddelen	28
4.1.1	Cement	28
4.1.2	Calciumsulfaat	28
4.1.3	Magnesiet	29
4.1.4	Bitumen (gietasfalt)	29
4.1.5	Kunsthars	29
4.1.6	Cement en kunsthars	31
4.2	Toeslagmateriaal	32
4.2.1	Toeslagmateriaal als bepalende factor	32
4.2.2	Soorten toeslag	32
4.2.3	Verontreinigingen	34
4.2.4	Vochtgehalte	34
4.2.5	Korrelverdeling	34
4.3	Water	37
4.4	Vul- en hulpstoffen	37
5.	**MONOLITHISCH AFGEWERKTE BETONVLOEREN**	**38**
5.1	Functioneel of mooi	38
5.2	Slijtvastheid	38
5.3	Sondetijd	39
5.4	Putjes door zachte bestanddelen	40
5.5	Met of zonder wapening	40
5.5.1	Bouwstaalmat of gevlochten wapening	40
5.5.2	Staalvezels	41
5.5.3	Polypropyleenvezels	42
5.6	Esthetica, het vloeroppervlak	42
5.7	Nabehandelen en beschermen	42
5.7.1	Nabehandelen	42
5.7.2	Beschermen	43
5.8	Bestellen van beton	44
5.9	Aandachtspunten voor de uitvoering	44
5.10	Ontwerp en berekeningen	44
5.10.1	Grondslagen	44
5.10.2	Berekening geen noodzaak	44
6.	**TERRAZZO**	**46**
6.1	Inleiding	46
6.2	Cementgebonden terrazzo (zonder vloerverwarming)	46
6.2.1	Genormeerd	46
6.2.2	Esthetische eisen	46
6.2.3	Slijtvastheid	46
6.2.4	Ruwheid, terrazzo met uitgewassen toplaag	47
6.2.5	Oppervlaktebewerkingen	47

pagina

6.2.6 Aandachtspunten voor de uitvoering 49
6.3 Cementgebonden terrazzo (met vloerverwarming) 49
6.3.1 Plaats en vorm 49
6.3.2 Plaats leidingen 50
6.3.3 Aandachtspunten bij de uitvoering 51
6.4 Kunstharsgebonden terrazzo 51
6.4.1 Kunsthars als alternatief voor cement 51
6.4.2 Oppervlaktebewerkingen 51
6.4.3 Korrelgrootte toeslagmateriaal 52
6.4.4 Leidingen 52
6.4.5 Aandachtspunten voor de uitvoering 52

7. KUNSTHARSGEBONDEN VLOERAFWERKINGEN 53

7.1 Inleiding 53
7.2 Type bindmiddel 53
7.3 Uitharden, toepassing, gebruik en applicatie 53
7.4 Indeling naar toepassing 54
7.4.1 Impregneermiddelen 54
7.4.2 Coatingvloeren en gietvloeren 54
7.4.3 Mortelvloeren 55
7.4.4 Uitvulmortel/-lagen 55
7.5 Aandachtspunten en mythen rondom kunstharsvloerafwerkingen 58
7.5.1 Angst voor water 58
7.5.2 Osmose 58
7.5.3 Scheuroverbruggend vermogen 59
7.5.4 Dik of dun, wat is een gietvloer 59
7.5.5 Drogen 59
7.5.6 Krasvastheid 59
7.6 Aandacht voor keuze en voorwaarde 60
7.7 Bijzondere uitvoeringen / geleiding 60

8. SIERGRINDVLOEREN 61

8.1 Inleiding 61
8.2 Indeling siergrindvloeren 61
8.3 Aandachtspunten voor de uitvoering 62
8.4 Beoordelen resultaat 62

pagina

9. ZWEVENDE DEKVLOEREN (NEN 2742) 64

9.1 Inleiding 64
9.2 Dikte van de dekvloer 65
9.3 Akoestische prestatie 68
9.4 Uitvoering 68

10. VLOEISTOFDICHTE VLOEREN 70

10.1 Vloeistofdichte vloeren 70
10.2 Wat is vloeistofdicht? 70
10.3 Waterdicht is niet vloeistofdicht 71
10.4 Vloeistofdicht beton 72
10.5 Vloeistofdicht beton is geen vloeistofdichte vloer 72
10.6 Kunstharsgebonden vloeren als bodembescherming 73

11. VLOERAFWERKINGEN 74

11.1 Inleiding 74
11.2 Natuursteen 74
11.2.1 Natuursteen, indeling 74
11.2.2 Natuursteen, uiterlijk en glans 74
11.3 Keramische tegels 75
11.4 Aanbrengen tegelwerk (keramisch en natuursteen) 75
11.4.1 Zetten of lijmen 75
11.4.2 Zetten in specie 75
11.4.3 Lijmen 76
11.5 Vloerbedekking 77
11.6 Hout 78

12. AANDACHTSPUNTEN UITVOERING DEKVLOEREN 79

12.1 Inleiding 79
12.2 Voorbereidingen ondergrond 79
12.2.1 Niet-hechtende vloeren, direct op draagvloer 79
12.2.2 Hechtende uitvoering, direct op draagvloer 79
12.2.3 Zwevende dekvloer 81
12.3 Verdere voorbereidingen ondergrond 82
12.3.1 Beugelen leidingen en verloop leidingen 82
12.4 Eisen aan omgeving 82
12.5 Specie eigenschappen, aanbrengen dekvloer 82

pagina

12.6 Specie opbouw en aanbrengen 83
12.6.1 Inleiding 83
12.6.2 CaIciumsulfaatgebonden 83
12.6.3 Kunstharsgebonden 83
12.7 Nabehandelen 83

13. INGEBRUIKNEMEN (DEK)VLOER 85

13.1 Inleiding 85
13.2 Sterkte 85
13.3 Droging en restvocht 86

14. VOEGEN 88

14.1 Inleiding 88
14.2 Stortvoegen 88
14.3 Bewegingsvoegen (dilataties) 88
14.3.1 Schijn- of krimpvoegen 89
14.3.2 Omtrek- en scheidingsvoegen (uitzetvoegen) 90
14.3.3 Constructievoegen 91

15. DOOR SCHADE EN SCHANDE 92

15.1 Introductie, schade of geen schade 92
15.2 Indeling schadebeelden en -oorzaken 92
15.3 Onthechting en scheuren 92
15.3.1 Inleiding 92
15.3.2 Ontstaan spanningen in materiaal 93
15.3.3 Gevolgen bij hechtende vloer 94
15.3.4 Ernst onthechting en scheuren 95
15.4 Schotelen 95
15.5 Delaminatie 96
15.6 Ongelijkmatig vervormen, doorbuigen dragende ondergrond 97
15.7 Scheuren 98
15.7.1 Scheurtypen 98
15.7.2 Zettingscheuren (draag- en dekvloeren) 98
15.7.3 Plastische krimpscheuren (betonvloer, vloeibare dekvloerspecies) 98
15.7.4 Thermische krimp 98
15.7.5 Scheuren door uitdrogingskrimp (betonvloer en dekvloer) 99
15.7.6 Craquelé (betonvloer, vloeibare/plastische dekvloerspecies) 99
15.7.7 Scheuren door verhinderde vervorming 99

pagina

15.7.8 Voorkomen van scheuren 99
15.7.9 Ernst scheuren 99
15.8 Vloerverwarming en wapening 100
15.9 Het nut van wapening 100
15.10 Schade door vocht 101
15.11 Stofafgifte 101
15.12 Gebrek aan stroefheid 101
15.13 Esthetische aspecten 102

16. KWALITEITS(ZORG) EN VAKMANSCHAP 103

16.1 Kwaliteit en vakmanschap 103
16.2 Regelgeving 103
16.3 Bestekken 103
16.4 Nadenken loont 103
16.5 Veiligheid, gezondheid en arbeidsomstandigheden 104

17. MEET- EN BEPROEVINGSMETHODEN 105

17.1 Inleiding 105
17.2 Vlakheid/evenwijdigheid 105
17.3 Slijtvastheid 108
17.4 BRE-screed test 108
17.5 Zandvlekproef, ruwheid, textuur 109
17.6 Stroefheid 109
17.7 Afvonken, geslotenheid/dichtheid 110
17.8 Sterkte 111
17.8.1 Inleiding 111
17.8.2 Druksterkte 111
17.8.3 Buigtreksterkte 111
17.8.4 Hechtsterkte, huidtreksterkte 111
17.9 Vochtgehalte 112
17.10 Thermografie 114

18. LITERATUUR EN NORMEN 115

18.1 Literatuur 115
18.2 Normen 115
18.3 CUR-aanbevelingen 116

19 TERMINOLOGIE 116

VOORWOORD

Er bestaat veel informatie en kennis over (dek)vloeren, maar vaak is die nogal versnipperd en dat maakt het moeilijk te vinden. Dit (dek)vloerenboek bundelt die informatie en kennis in één document. Het is bedoeld voor iedereen die te maken heeft met in het werk vervaardigde vloeren, in het bijzonder dekvloeren. Of het nu gaat om voorschrijvers (opdrachtgevers, bestekschrijvers), uitvoerende bedrijven, ontwerpers of adviseurs. In dit boek beschrijven we diverse vloersystemen die in het werk worden vervaardigd. Centraal daarbij staat de dekvloer. Dit is de niet-dragende laag, die als tussenlaag of als eindafwerking wordt aangebracht op een dragende ondergrond. Op de dekvloer komt meestal nog een vloerafwerking. Bijvoorbeeld tapijt, linoleum, tegels of parket. De draagvloer en de eindafwerking bepalen samen met de dekvloer het functioneren van het vloersysteem als geheel. Daarom gaan we ook kort in op de diverse draagvloeren en vloerafwerkingen.
Een bijzondere 'dekvloer' is de monolithisch afgewerkte betonvloer. Deze combineert de rol van draagvloer, dekvloer en afwerking in één product. Ook aan dit type vloer schenken we aandacht in dit boek.

We hebben geprobeerd alles wat te maken heeft met het ontwerp, de keuze en de uitvoering van (dek)vloeren in dit boek aan bod te laten komen. Het ene aspect bespreken we daarbij meer diepgaand dan het andere. In ieder geval willen we met de informatie ook niet-specialisten inzicht geven in de vele mogelijkheden die er zijn. Ook willen we duidelijk maken welke factoren een rol spelen voor een succesvolle vloer als geheel, dus met de dekvloer als onderdeel. Dit boek kan dus een belangrijke bijdrage leveren aan de noodzakelijke communicatie over (dek)vloeren. Daarnaast kunt u natuurlijk altijd uw vragen over dekvloeren stellen aan de technisch adviseurs van het Bedrijfschap Afbouw. Zij zijn te bereiken via het secretariaat van de afdeling Techniek,
tel: 0318 – 505 602.

1. INTRODUCTIE

Over dekvloeren valt een heleboel te vertellen. Zo proberen we met in dit boek een zo compleet mogelijk overzicht te geven van de materialen en technieken die worden toegepast. Ook gaan we in op de veranderende visie zoals die in bijvoorbeeld recente NEN-normen en CUR-aanbevelingen is vastgelegd. Die veranderde visie houdt in dat er steeds meer wordt gedacht in termen van prestaties. Dit in tegenstelling tot denken in receptuurbeschrijving. Of het benoemen van slechts één eigenschap (de druksterkte) en vervolgens verwachten dat daaruit dan vele andere eigenschappen zullen volgen.

In Nederland zijn veel partijen met vloeren bezig. Maar waar de één met 'vloer' de dekvloer bedoelt, denkt de ander aan de systeemvloer of juist de vloerafwerking. Een goede vloer valt of staat echter met een juiste definitie. In hoofdstuk I van dit vloerenboek gaan we daarom in op het begrip vloer.
Na deze introductie volgt een overzicht van de eisen die je aan een vloer kunt stellen. Daarbij zoomen we in op dekvloeren en diverse andere in het werk vervaardigde vloeren zoals draagvloeren en vloerafwerkingen.

Vervolgens gaan we in op verschillende vloersystemen en kenmerkende eigenschappen zoals:

- belastbaarheid van de systemen, zowel mechanisch als fysisch;
- laagdikten in relatie tot applicatiewijze en ondergrond (al dan niet hechtend);
- mechanische en fysische eigenschappen, zoals druksterkte, slijtvastheid, elasticiteit en bijvoorbeeld uitzetting- en krimpgedrag, stroefheid en gladheid;
- esthetische aspecten.

Verder besteden we aandacht aan de basisprincipes en aandachtspunten voor en bij het maken van (dek)vloeren, zoals:

- vochtgehalte van de ondergrond;
- omgevingscondities tijdens en na het aanbrengen;
- test- en meetmethoden;
- voegen en dilataties;
- voorwaarden voor ingebruikname;
- onderhoud.

We staan ook stil bij een aantal schadebeelden om hieruit lering te trekken. Een duidelijke definitie van schade is van belang. Sommige onvolkomenheden zijn bijvoorbeeld inherent aan een gekozen product of uitvoering en dus niet als schade of gebrek aan te merken. Ze kunnen juist de charme zijn van dat product of eerder een voordeel dan een nadeel.

Tenslotte schenken we in dit boek ook aandacht aan achtergronden en informatie die in regelgevende documenten zijn opgenomen. Het gaat dan om:

- normen en normontwikkeling voor de diverse systemen;
- CUR-aanbevelingen voor vloeren.

2. OPBOUW VAN EEN VLOER

2.1 Begrip vloer

In Nederland houden veel bedrijven zich bezig met vloeren. Maar wat ze precies met 'vloer' bedoelen, kan nogal uiteenlopen. Vaak bepaalt het beroep en/of de achtergrond van de betrokkene wat hij of zij onder een vloer verstaat.

- Een betonwarenfabrikant denkt bij het woord vloer aan de vloerelementen die hij produceert, zoals kanaalplaten of breedplaatvloeren.
- Een vloerenbedrijf denkt bij het woord vloer bijvoorbeeld aan de monolithisch afgewerkte betonvloer, de cementdekvloer of de kunstharsgebonden gietvloer die hij levert.
- Een parketleverancier heeft het als hij over vloeren spreekt weer over de houten vloeren die hij levert en eventueel legt.

Iedere 'beroepsgroep' kijkt dus vanuit een bepaalde achtergrond naar zijn of haar vloer. Maar uiteindelijk wordt een goed vloersysteem slechts gerealiseerd als alle lagen en materialen die er in voorkomen op elkaar zijn afgestemd. Als het in de praktijk misgaat, heeft het vaak met deze afstemming te maken. Daarom besteden we in dit boek veel aandacht aan de totale vloerconstructie, met weliswaar een accent op de dekvloer en in het werk gemaakte vloerafwerkingen.

2.2 Opbouw vloer

Een totale vloerconstructie is altijd opgebouwd uit één of meer van de volgende lagen:

- een draagvloer of dragende ondergrond;
- eventueel een dekvloer;
- eventueel een vloerafwerking.

Daarbij is de definitie van draagvloer of dragende ondergrond: "het constructiedeel dat de dragende functie vervult".

De definitie van dekvloer is daarbij: "laag of lagen dekvloermortel die in het werk direct op de dragende ondergrond, hechtend of niet-hechtend, of op een scheidings- of isolatielaag is of zijn aangebracht, teneinde één of meer van de volgende functies te vervullen:

- een bepaald peil te bereiken;
- het aanbrengen van vloerafwerking;
- dienst doen als gerede vloer".

In Franstalige landen wordt wel gesproken van chape, in Duitstalige landen van Estrich en in Engelstalige landen van Screed.

De definitie van vloerafwerking is daarbij: "de bovenste laag van een vloer die direct wordt blootgesteld aan gebruik".

Deze definities zijn overgenomen uit NEN-EN 13318 "Vloermortels en dekvloeren – Definities". Hierin zijn talrijke definities opgenomen voor begrippen die in de vloerenwereld worden gebruikt.

Onder, tussen of in deze lagen (draagvloer, dekvloer, vloerafwerking) kunnen verder nog voorkomen:

- een puinbed, verdicht zandpakket of werkvloer (onder draagvloer);
- dampdichte of waterkerende lagen;
- scheidingslagen om materialen bewust los van elkaar te houden;
- isolatiemateriaal;
- leidingen, zoals vloerverwarming.

In de volgende paragrafen gaan we in op diverse vormen van draagvloeren en vloerafwerkingen.

2.3 Draagvloer

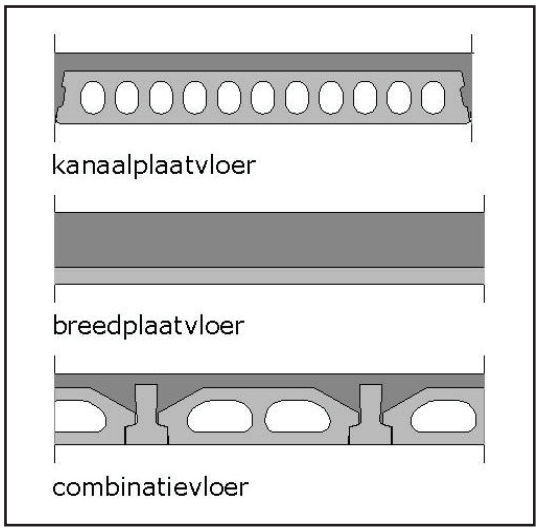
2.3.1 Vrijdragend of elastisch ondersteund

De draagvloer zorgt voor het feitelijke draagvermogen van een vloersysteem. Het is de constructieve laag die de krachten moet overbrengen naar de ondergrond of een andere dragende constructie.
Een draagvloer kan vrijdragend zijn of over het volledige oppervlak worden ondersteund. Deze laatste categorie wordt ook wel aangeduid als elastisch ondersteunde vloer. Elastisch ondersteunde vloeren bespreken we in hoofdstuk 5.

Vrijdragende vloeren bestaan doorgaans uit geprefabriceerde elementen van beton of in het werk gestorte betonvloeren. Ook houten, keramische of stalen draagvloeren komen voor. Een combinatie van deze materialen is natuurlijk ook mogelijk.
Vrijdragende vloeren kunnen op elk niveau in een gebouw worden aangebracht. Elastisch ondersteunde vloeren vereisen een 'dragende' ondergrond. Daarom bevinden ze zich op maaiveldniveau of verlaagd in de grond als keldervloer.

Onafhankelijk van het toegepaste materiaal onderscheiden we (zie afb. 1):

- geprefabriceerde draagvloeren, bijvoorbeeld een kanaalplaatvloer;
- in het werk gemaakte draagvloeren, meestal in de vorm van een monolithisch afgewerkte betonvloer. Een voorbeeld hiervan is de breedplaatvloer;
- combinaties waarbij een deel van de vloer is geprefabriceerd en een ander deel in het werk wordt aangebracht.



Afb. 1: Typen draagvloer

2.3.2 Beton of steen
Geprefabriceerde betonvloeren worden meestal aangeduid als systeemvloer.

Systeemvloeren worden verder onderverdeeld in:
a. plaatvloeren, verder onder te verdelen in
   kanaalplaatvloeren en massieve plaatvloeren;
b. bekistingsplaatvloeren;
c. ribben vloeren;
d. combinatievloeren.

Deze elementen zijn gewapend met 'normaal' betonstaal of voorspanstaal. De voorspanwapening kan in de fabriek zijn aangebracht of later op het werk (naspannen). Het voorspannen van een vloerelement heeft als voordeel dat de hoogte (dikte) van het element beperkt kan blijven. Dat levert een lager eigen gewicht op. Ook de kans op scheuren daalt door het voorspannen. Bij voorspannen wordt immers een drukkracht in het beton geïntroduceerd. En drukspanningen moeten teniet worden gedaan voor er trekspanningen en dus scheuren kunnen ontstaan.

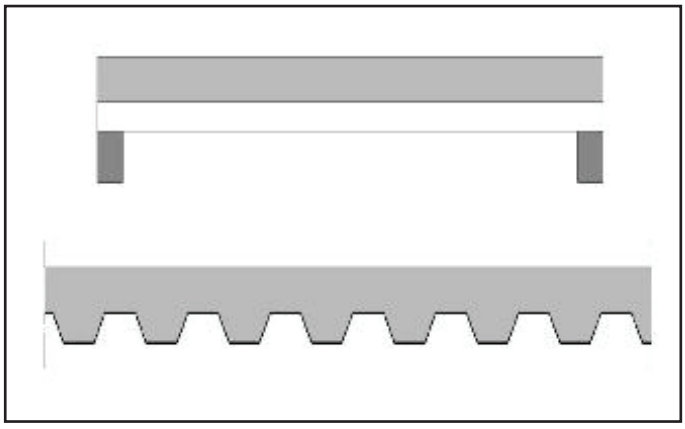
Bij een aantal typen geprefabriceerde vloerelementen wordt in het werk een betonnen druklaag aangebracht. Er is dan feitelijk sprake van een combinatie van een geprefabriceerde en een ter plaatse gestorte betonvloer.

Vroeger werden er ook veel draagvloeren van keramisch materiaal toegepast. Een systeem dat ook nu nog verkrijgbaar is en weer in de belangstelling staat vanwege het milieu. Keramische vloeren bestaan uit keramische elementen die op gewapende of voorgespannen liggers van beton of een ander eveneens keramisch materiaal zijn geplaatst.

Bij vrijdragende vloeren kan een aantal effecten zorgen voor gebreken in de dekvloer of de vloerafwerking. Het is goed om daar rekening mee te houden om schade te voorkomen. Belangrijk is bijvoorbeeld of de diverse elementen onderling verschillend kunnen vervormen. Zijn de elementen niet gekoppeld, dan is dit mogelijk. Verschil in vervorming kan dan ontstaan door bijvoorbeeld verschil in droging of belasting op de vloer. Ook treden vervormingverschillen op als lange en korte elementen na elkaar worden geplaatst. Bij vrijdragende vloeren is het verder van belang rekening te houden met de aanwezigheid van tussensteunpunten. Boven een tussensteunpunt kan namelijk een scheur in de dekvloer of vloerafwerking ontstaan door het doorbuigen van de draagvloer. In hoofdstuk 15.6 gaan we hier uitgebreid op in.

De overspanning van geprefabriceerde vloerelementen lijkt geen grenzen te kennen. Vooral in de kantoorbouw en bij parkeergarages zijn overspanningen van 10 tot 15 meter eerder regel dan uitzondering geworden. Het spreekt voor zich dat dit hoge eisen stelt aan de stijfheid of juist de flexibiliteit van de toegepaste materialen, zoals vloerafwerkingen.

2.3.3 Metaal, staal
Een draagvloer die uitsluitend bestaat uit een metalen (stalen) plaat komt zelden voor. Combinaties van staal en mortel zien we echter steeds vaker. Bij zulke combinaties is de geprofileerde staalplaat (bijvoorbeeld een zwaluwstaartplaat) de ondergrond waarop een constructieve laag wordt aangebracht. Dat kan met een cementgebonden en tegenwoordig ook een calciumsulfaatgebonden mortel. Deze constructie is bijvoorbeeld goed toepasbaar als versteviging van houten vloeren.



Afb. 2: Voorbeeld combinatie staalplaat en mortel

Meestal zorgt de geprofileerde staalplaat ervoor dat de uiteindelijke vloer in één richting stijver is dan in de andere richting. Dit is het geval bij 'damwand' profielen (afb. 2). Het verschil komt door de profilering van de staalplaat en de gevormde vloer. In de lengterichting (dus met de ribben mee) is de stijfheid groter dan in dwarsrichting. Een plaat met een gelijke profilering in alle richtingen zorgt ervoor dat ook de stijfheid in alle richtingen gelijk is.

2.3.4 Hout

Houten draagvloeren vind je vooral in de bouw uit de periode tot circa 1960 en in moderne houtskeletbouw. Bij houten vloeren is er veelal sprake van hoofddraagbalken, dwarsliggers en een beschot dat als loopvlak dient. Hoewel een houten vloer prima als draagvloer kan fungeren, wordt soms toch nog een dekvloer aangebracht of een staalplaatbetonvloer. Redenen hiervoor zijn bijvoorbeeld:

- het verbeteren van de akoestische eigenschappen van de vloer (zwevende dekvloer);
- het vergroten van de stijfheid, zodat er een starre vloerafwerking (tegels in natte ruimten) kan worden aangebracht;
- het vergroten van de brandweerstand.

2.4 Dekvloer, functie

Op de dekvloer gaan we later in dit boek nog uitgebreid in. In deze paragraaf beperken we ons tot een overzicht van de functie en indeling van dekvloeren.

Een dekvloer wordt aangebracht met als doel:

a. een gewenst peil te realiseren.
   Hoewel dit technisch mogelijk is, wordt een draagvloer meestal niet direct op hoogte aangebracht en voor gebruik afgewerkt. Vaak heeft dat te maken met de benodigde speelruimte in de maatvoering en de gewenste eenvoud van werken. Ook kostenoverwegingen spelen hierbij een rol. Het vraagt immers extra aandacht en handelingen om een betonvloer tijdens het aanbrengen direct op peil af te werken.
   Uiteraard hoeft het te realiseren peil niet op één niveau te liggen. Ook afschotlagen kunnen uitstekend met dekvloeren worden gerealiseerd.

b. als drager te fungeren voor een later aan te brengen vloerafwerking.
   Afhankelijk van het type draagvloer ontstaat een oppervlak dat niet direct geschikt is voor het aanbrengen van een vloerafwerking. Dat is onder meer het geval bij een gestorte druklaag op een systeemvloer uit beton. Een dekvloer moet dan bijvoorbeeld aanwezige niveauverschillen overbruggen en/of een voldoende vlakke ondergrond opleveren om er later een vloerafwerking op aan te kunnen brengen.

c. te fungeren als direct aan verkeer blootgesteld oppervlak.
   Een dekvloer kan in bepaalde gevallen ook dienst doen als vloerafwerking. Voorwaarde is wel dat vooraf aan de samenstelling en afwerking eisen zijn gesteld. Voorbeelden zijn de dekvloer met slijtlaag (pantserdekvloer) en de terrazzovloer.

2.5 Dekvloer, indeling

2.5.1 Indeling dekvloeren

Een dekvloer is in te delen op basis van:

1. de samenstelling (type bindmiddel);
2. de wijze van uitvoering;
3. de wijze van verwerking;
4. het aantal lagen waarin de (dek)vloer is opgebouwd.

2.5.2 Indeling op basis van bindmiddel

Een veel gehanteerde indeling van dekvloeren is die op basis van het bindmiddel waarmee de dekvloer wordt gemaakt.
De belangrijkste bindmiddelen voor dekvloeren zijn:

cement — Dit bindmiddel wordt zowel binnen als buiten toegepast voor grote en kleine oppervlakken.

calciumsulfaat — Dit bindmiddel wordt vanwege de vochtgevoeligheid in Nederland alleen binnen toegepast. Door de wijze van produceren van de specie en de verwerkingsmethodiek (vloeien of gieten) wordt het materiaal vaak toegepast om grote oppervlakken snel in het werk te kunnen aanbrengen. Vloeren met dit type bindmiddel worden meestal anhydrietvloeren genoemd.

kunsthars — Dit bindmiddel wordt zowel binnen als buiten toegepast. Belangrijkste redenen voor de keuze van een kunstharsgebonden dekvloer zijn onder meer:

- de hoge treksterkte van een kunstharsmortel;
- de verwachte duurzaamheid;
- de weerstand tegen chemicaliën;
- de esthetische mogelijkheden;
- de mogelijkheid van een in meer of mindere mate waterdichte laag (vloeistofdichte vloeren).

De eigenschappen van een kunstharsgebonden dekvloer zijn afhankelijk van het type kunsthars en de verhouding bindmiddel: toeslagmateriaal.

Bindmiddelen die tegenwoordig minder vaak worden gebruikt zijn:

bitumen/asfalt Dit bindmiddel wordt in hoofdzaak gebruikt voor dekvloeren in de utiliteitsbouw en industrie. Vooral de vervormingcapaciteit van het materiaal en het stofvrije oppervlak zijn belangrijkeredenen voor toepassing.

magnesiet Dit bindmiddel wordt niet of nauwelijks meer toegepast in Nederland. In Duitsland is dit type vloer weer in opkomst als lichte industrievloer. Magnesiet is, evenals calciumsulfaat, een vochtgevoelig bindmiddel en daarom alleen geschikt voor toepassing in droge ruimten.

Soms worden bindmiddelen gecombineerd toegepast. Dit geldt met name voor de bindmiddelen cement, kunsthars en asfalt. Calciumsulfaat wordt zelden of nooit in combinatie met andere bindmiddelen toegepast.

2.5.3 Indeling op basis van uitvoering

Er is een onderscheid te maken op basis van de wijze van uitvoering, namelijk:

- direct op de draagvloer, al dan niet hechtend (D);
- direct op de draagvloer, al dan niet hechtend met vloerverwarming (D+V);
- niet-hechtend op een scheidingslaag (T);
- niet-hechtend op een scheidingslaag met vloerverwarming (T+V);
- zwevend op een samendrukbaar isolatiemateriaal (Z);
- zwevend op een samendrukbaar isolatiemateriaal met vloerverwarming (Z+V).

De regelgeving voor dekvloeren spreekt over een dekvloer of een gietvloer. Met deze laatste wordt de versie bedoeld waarbij de dekvloer in ‘vloeibare’ vorm wordt aangebracht. De naam gietvloer wordt ook gebruikt voor kunststof vloerafwerkingen. In dit boek bespreken we beide typen. Om verwarring te voorkomen spreken we van ‘gietdekvloer’ als we de dekvloer uit cement of calciumsulfaat bedoelen. Doelen we op de kunstharsgebonden afwerking, dan gebruiken we de term ‘gietvloer’. De term ‘dekvloer’ gebruiken we in dit boek voor zowel de dekvloer als de gietdekvloer.

Toelichting type D

Sinds de nieuwe, technische grondslagen van kracht zijn (zie 16.2) is bij een dekvloer type D hechting aan de dragende ondergrond niet meer vanzelfsprekend. Vroeger moest er wel zonder meer sprake zijn van hechting. Vaak leverde dat discussie op, omdat de regelgeving en bijvoorbeeld daaraan gekoppelde bestekprogramma’s niet eenduidig waren. Tegenwoordig is hechting een eis die apart overeengekomen moet worden.

Om een zo volledig mogelijke hechting te garanderen, moet bijzondere aandacht worden besteed aan de voorbereiding van de ondergrond en aan de uitvoering. Ook de eigenschappen van het materiaal en de laagdikte waarin het wordt aangebracht zijn van invloed (zie hoofdstuk 12). Overigens staat de nieuwe regelgeving voor dekvloeren altijd enige mate van onthechting toe; ook wanneer hechting zonder nadere voorwaarden is overeengekomen (zie 15.3).

Een voordeel van hechting is dat vaak kan worden volstaan met een lagere sterkte en/of geringere dikte van de vloer. Ook kan hechting van belang zijn als de dekvloer een bijdrage moet leveren aan de akoestische prestatie van de totale vloer (de draagvloer plus dekvloer) (zie 9.3).

Toelichting type T

Voor een niet-hechtende dekvloer kan bijvoorbeeld scheidingsfolie of een laag zand op de draagvloer worden aangebracht. De scheidingslaag moet dik genoeg zijn en de draagvloer vlak genoeg om van draagvloer en dekvloer daadwerkelijk twee afzonderlijke lagen te maken. Elke vorm van ‘haakweerstand’ moet zoveel mogelijk worden voorkomen.

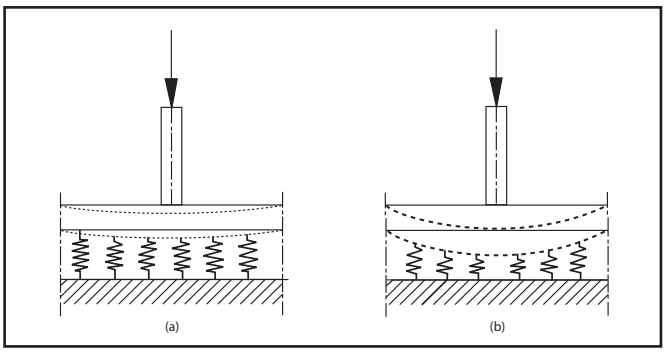
Een niet-hechtende dekvloer wordt bijvoorbeeld aangebracht op scheurgevoelige ondergronden. Scheurgevoeligheid kan een gevolg zijn van vervormingen van de ondergrond, bijvoorbeeld door sterke, ongelijkmatige belastingen en/of het gebruik van vloerelementen. Niet-hechtende dekvloeren worden ook gebruikt als er vocht vanuit de draagvloer naar de afwerkvloer te verwachten is. Ook vanuit milieuoogpunt kan een scheiding tussen draagvloer en dekvloer wenselijk zijn, zoals bij een calciumsulfaatgebonden gietdekvloer op een betonnen draagvloer.

Afb. 3: Aanbrengen gietdekvloer op scheidingslaag

Toelichting type Z
Een zwevende dekvloer is een dekvloer die wordt aangebracht op een vaak samendrukbaar (verend) isolatiemateriaal. Vandaar dat soms ook wel wordt gesproken van verend opgelegde vloeren.

Belangrijkste reden voor het toepassen van een zwevende dekvloer is het vergroten van de akoestische- of de warmte-isolatie van een vloerconstructie.

- Voor de warmte-isolatie is natuurlijk de warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal van belang. Die is afhankelijk van de temperatuur, dichtheid en het vochtgehalte en verschilt afhankelijk van het type isolatiemateriaal. De totale isolatiewaarde wordt bepaald door warmteweerstand. Deze wordt berekend door de dikte van de laag te delen door de warmtegeleidingscoëfficiënt.
- Isolatiemateriaal voor thermische isolatie kan relatief stijf zijn. Bij akoestische isolatie daarentegen moet het isolatiemateriaal relatief slap zijn om voor een goede akoestische demping en dus isolatie te zorgen. De kenmerkende grootheid hierbij is de dynamische stijfheid. Hoe lager de dynamische stijfheid, hoe beter de demping in veel gevallen zal zijn. Voorbeelden van geschikte materialen zijn minerale wol of geëlastificeerd polystyreen.



Afb. 4: Buiging in zwevende dekvloer. Mate van buiging is onder meer afhankelijk van de stijfheid van de isolatie, de dikte van de vloer en de grootte van de belasting.

In tegenstelling tot een dekvloer die direct op een betonnen ondergrond (de draagvloer) wordt aangebracht, 'zweeft' de dekvloer boven deze draagvloer. Wanneer de zwevende dekvloer belast wordt, zal hij buigen. De dekvloer moet weerstand bieden aan deze krachten (zie afb. 4). De buigtreksterkte van de mortel is daarom een belangrijk aandachtspunt bij zwevende dekvloeren. Belangrijker dan bijvoorbeeld de druksterkte.

In hoofdstuk 9 gaan we uitgebreid in op zwevende dekvloeren aan de hand van de in 2008 verschenen norm NEN 2742. Dan komt naar voren dat de dikte van de dekvloer bepaald wordt door de buigtreksterkte van het materiaal.

2.5.4 Indeling op basis van verwerking

Op basis van de wijze waarop de specie in het werk wordt aangebracht, is sprake van:

- gietdekvloeren
  De specie is vloeibaar, waardoor het materiaal kan worden gegoten;
- gespaande vloeren
  De specie is aardvochtig en wordt met de hand op zijn plaats aangebracht en afgewerkt.

Bij de gespaande vloeren speelt de verdichting een belangrijke rol bij het eindresultaat dat wordt verkregen. Dit gebeurt handmatig. Daardoor kunnen de eigenschappen in het werk afwijken van de eigenschappen die bijvoorbeeld in het laboratorium zijn bepaald.
Bij gietdekvloeren hoeft niet of nauwelijks een handmatige verdichting plaats te vinden. De druksterkte van de gietmortel die in het laboratorium is bepaald, zal dan ook redelijk overeenkomen met de sterkte in het werk. Wat nog een verschil kan opleveren, is de manier van beproeven. Immers, doorgaans worden uit het werk geen monsters gezaagd.

2.5.5 Indeling op basis van laagopbouw

Al naar gelang het aantal lagen waarin de dekvloer wordt aangebracht, wordt gesproken van een:

- eenlaagse uitvoering;
- meerlaagse uitvoering.

Een meerlaagse uitvoering wordt toegepast bij dekvloeren met een toplaag, de zogenoemde pantserdekvloeren. Hierbij wordt op een cementgebonden dekvloer een extra sterke toplaag aangebracht die meestal ongeveer 10 mm dik is.
Een meerlaagse uitvoering met een mortel van dezelfde eigenschappen kan ook om praktische redenen noodzakelijk zijn. Bijvoorbeeld als de benodigde laagdikte niet in één arbeidsgang kan worden gemaakt. Een in het werk gemaakte gespaande vloer moet voor optimale verdichting zéker in meerdere lagen worden uitgevoerd. Elke laag mag dan niet dikker dan ongeveer 50 mm zijn.

Een bijzondere meerlaagse uitvoering is feitelijk een terrazzovloer. Hierop gaan we in hoofdstuk 6 nader in.

2.6 Vloerafwerking (eindafwerking)

Vloerafwerkingen zijn in te delen in:
- vloerafwerkingen die in het werk worden gemaakt;
- vloerafwerkingen die fabrieksmatig, vooraf, zijn gemaakt.

Tot de eerste groep behoren coatings, gietvloeren, troffelvloeren en bijvoorbeeld siergrindvloeren. In hoofdstuk 7 'Kunstharsgebonden vloeren' gaan we hier nader op in.

Vloerafwerkingen uit de tweede groep worden vaak weer onderverdeeld in:
- harde, gesloten vloerbedekkingen, zoals tegels of platen van natuursteen of keramisch materiaal;
- harde, dampdoorlatende vloerafwerkingen, zoals houten vloerdelen;
- zachte, gesloten vloerbedekkingen, zoals linoleum en pvc-vloerbedekking;
- zachte, dampopen vloerafwerkingen, zoals cocosmatten en vloerbedekkingen met een jute rug.

In hoofdstuk 11 gaan we nader in op deze vloerafwerkingen.

2.7 Meer functies in één

De functie van een draagvloer, dekvloer en/of vloerafwerking kan ook gecombineerd in één materiaal voorkomen. Het bekendste voorbeeld daarvan is de monolithische betonvloer. De betonvloer vervult de rol van draagvloer en het afgewerkte oppervlak wordt direct door verkeer belast. De monolithisch afgewerkte vloer bespreken we in hoofdstuk 5.

Een ander voorbeeld waarbij de dekvloer en de vloerafwerking worden gecombineerd, is de pantserdekvloer. Hierbij wordt op de draagvloer een dekvloer aangebracht met daarop 'nat-in-nat' een versterkte toplaag.

Ook een terrazzovloer is een dekvloer met een gecombineerde functie. Op een cementgebonden dekvloer wordt 'vers-in-vers' een toplaag aangebracht. Die bestaat uit een (gekleurde) specie met een speciaal samengesteld mengsel van toeslagmaterialen. Als toeslagmateriaal wordt grind gebruikt, maar ook diverse soorten gebroken natuursteen. Wanneer de toplaag hard is wordt hij geslepen, waardoor de gewenste vloerafwerking ontstaat. Anders dan alle andere vloerafwerkingen uit natuursteen is een terrazzovloer monolithisch. Dit geldt niet alleen in verticale richting (dekvloer en vloerafwerking vormen één geheel), maar ook in horizontale richting (geen of een beperkt aantal voegen).

Terrazzo werd in het verleden veel toegepast in de woningen utiliteitsbouw. Daarna is het een tijd uit de belangstelling geweest als vloerafwerking. Dit kwam onder meer doordat terrazzo zeer arbeidsintensief is en daardoor relatief kostbaar. De prijs is overigens vergelijkbaar met de duurdere soorten natuursteen.
De belangstelling voor terrazzo lijkt echter weer toe te nemen. Het materiaal biedt immers grote vormvrijheid en veel mogelijkheden voor wat betreft het uiterlijk. Daarnaast kan terrazzo tegenwoordig min of meer 'machinaal' worden vervaardigd, waardoor een grotere productie (aantal m^2 op een dag) mogelijk is en de kosten lager worden.

Afb. 5: 'Handwerk' vervangen door machinaal werken

Voor een cementgebonden terrazzovloer is een laagdikte van enkele tientallen millimeters nodig. Kunstharsgebonden terrazzo kan in relatief dunne lagen worden aangebracht. Dat biedt uitkomst als dikke lagen niet mogelijk zijn, maar de uitstraling van een terrazzovloer wel gewenst is.

In hoofdstuk 6 gaan we uitvoeriger in op terrazzo.

3. OP WEG NAAR PRESTATIE-EISEN VOOR DEKVLOEREN

3.1 Succes door samenhang

Aan vloeren worden verschillende ‘eisen’ gesteld. Die zijn onder meer afhankelijk van de gebruiksfunctie van het gebouw en de specifieke wensen van de eigenaar of gebruiker. Een aantal eisen is vastgelegd door de Nederlandse of Europese wetgeving. Daar zal dus altijd aan moeten worden voldaan, ook al zijn ze niet letterlijk overeengekomen. Het betreft dan zaken als constructief draagvermogen, geluidsisolatie of brandveiligheid. De meeste eisen zullen partijen vooraf duidelijk met elkaar moeten afspreken.
Overigens vervullen dekvloeren geen constructieve functie zodat het Bouwbesluit niet naar de beschikbare normen voor dekvloeren verwijst. Er is een zijdelingse relatie naar een eis als het gaat om de contactgeluidisolatie. Zwevende dekvloeren kunnen hierin een rol vervullen, maar zijn niet bindend voorgeschreven (zie verder hoofdstuk 9).

De uiteindelijke opbouw van de totale vloerconstructie is afhankelijk van de prestatie-eisen die aan die vloerconstructie en/of onderdelen ervan zijn gesteld. Alle componenten in een vloerconstructie beïnvloeden elkaar. Zo heeft de keuze voor een bepaalde vloerafwerking gevolgen voor de eisen aan de dekvloer.
Om een goede vloer te maken, moet al tijdens het ontwerp van een bouwwerk worden nagedacht over alle eisen die aan de uiteindelijke vloerconstructie worden gesteld. Afstemming tussen de verschillende partijen die betrokken zijn bij de vloerconstructie is dan ook van groot belang. Net als het duidelijk vastleggen wat men van elkaar verlangt. Dit voorwerk kan ook veel onnodige kosten, stagnatie en ergernis achteraf voorkomen. Eenduidige meet- en controleerbare prestatie-eisen kunnen ontevreden reacties voorkomen. Om dergelijke prestatie-eisen op te kunnen stellen, is inzicht nodig in de mogelijkheden en factoren die het eindresultaat beïnvloeden. Uiteraard moet de aandacht voor de prestatie-eisen ook worden vastgehouden bij de uitvoering. Vervolgens ook bij de ingebruikname en tijdens het onderhoud.

De dekvloer is een belangrijke schakel in een vloersysteem of vloerconstructie. Het vormt vaak de basis voor de uiteindelijke vloerafwerking of is zelf de vloerafwerking.

In dit boek gaan we in op de prestatie-eisen die specifiek aan dekvloeren worden gesteld. Daarbij kijken we vanuit de ondergrond en de vloerafwerking die eventueel wordt toegepast.

Met dit boek willen we een handvat bieden voor de keuze van de juiste dekvloer en de wijze waarop die uitgevoerd moet worden. We richten ons vooral op de dekvloeren die in het werk worden gemaakt. We beschrijven geen systemen die in de fabriek worden gefabriceerd, zoals tegels of plaatachtige constructies.

Tabel 1 illustreert de samenhang tussen bijvoorbeeld vloerafwerking en dekvloer. Deze tabel is ontleend aan het wijzigingsblad A1 op NEN 2741. Het geeft aan welke aspecten van de dekvloer relevant kunnen zijn, afhankelijk van bijvoorbeeld het type dekvloer, de vloerafwerking en het feit of deze gehecht wordt aangebracht of los ligt.

De tabel is informatief. Per situatie moet worden bekeken welke eisen nodig zijn. Vaak ook zullen deze eisen vooraf overeengekomen moeten worden.
In paragraaf 3.10 bespreken we de aanduidingen C_w en F_w, die in de tabel worden gebruikt.

Tabel 1: Relevante eigenschappen voor een dekvloer

GEBASEERD OP STERKTE						
EIGENSCHAP			Vloertype en gebruik			
	Direct op draagvloer		Op scheidingslaag		Zwevend	
	Woningbouw	Utiliteit	Woningbouw	Utiliteit	Woningbouw	Utiliteit
Druksterkte	$C_w5 - C_w7$	$\geq C_w12$	$C_w5 - C_w7$	$\geq C_w20$	–	–
Buigtreksterkte	–	–			$F_w1 - F_w7$	$F_w1 - F_w7$
Hechting aan ondergrond [a]	–	–	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t

GEBASEERD OP AFWERKING						
	Geen bedekking	Bedekking hechtend aangebracht op ondergrond				
		Tapijt	Linoleum/pvc	Tegels	Parket	Coating
Slijtweerstand [b]	X	–	–	–	–	–
Indrukking (BRE)	–	–	X	–	–	X
Huidtreksterkte	–	X	X	X	X	X
Oppervlaktetextuur	X	–	X	–	–	X
Vlakheid [c]	X	X	X	X	X	X
Vochtgehalte	n.v.t.	X	X	X	X	X
Esthetische aspecten	–	n.v.t	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bedekking losliggend, niet-hechtend						
		Tapijt	Linoleum/pvc		Parket	
Slijtweerstand [b]		–	–		–	
Indrukking (BRE)		–	X		–	
Huidtreksterkte		–	–		–	
Oppervlaktetextuur		–	X		–	
Vlakheid [c]		X	X		X	
Vochtgehalte		X	X		X	

X Aspect is relevant. – Aspect is niet per definitie relevant n.v.t. Aspect is niet van toepassing.

[a] Hechting is wenselijk als de dekvloer is meegeteld in de massa vloerconstructie voor het bepalen van de contactgeluidisolatie-index. Bij vloerverwarming heeft een niet-hechtende uitvoering de voorkeur.

[b] In verband met bouwverkeer is altijd enige mate van weerstand gewenst.

[c] Afhankelijk van het type bedekking zullen onvlakheden zich aftekenen na het aanbrengen van de vloerafwerking. Dit geldt vooral voor gladde, glanzende vloerafwerkingen zoals linoleum en coatings.

3.2 Normontwikkeling in prestatiedenken

Lange tijd vormde de druksterkte vaak het belangrijkste vertrekpunt bij het specificeren van bijvoorbeeld een cementgebonden dekvloer. Tegenwoordig moeten voorschrijvers meer gaan nadenken over wat ze eigenlijk verwachten van de vloer, waar de dekvloer onderdeel van is. Hoewel tot nu toe vaak op druksterkte wordt besteld, zijn andere eigenschappen meestal van groter belang. Juist deze worden niet overeengekomen, wat achteraf tot discussie leidt.
Aan het vloerenbedrijf de uitdaging te begrijpen wat uiteindelijk wordt gevraagd en dit te vertalen in een toe te passen product en methode van uitvoeren.

Met het van kracht worden van NEN-EN 13813, het wijzigingsblad A1 van NEN 2741 en de CUR-Aanbevelingen 110 voor cementgebonden en 107 voor calciumsulfaatgebonden dekvloeren is druksterkte niet langer het belangrijkste uitgangspunt bij de het specificeren en normeren van cementgebonden dekvloeren. NEN 2741 uit 2001 gaat daarbij al een stapje verder dan de voorganger uit 1982. De versie uit 2001 bevat bijvoorbeeld al een klassenindeling voor de slijtvastheid. Een classificatie die overigens zelden in bestekken wordt gebruikt, ook niet als nadien blijkt dat ook over de sterkte van de toplaag verwachtingen bestaan. Het wijzigingsblad op NEN 2741, dat in 2008 verscheen, voegt andere accenten toe. Dit is een direct uitvloeisel van de Europese norm voor dekvloermortels, NEN-EN 13813.

De Europese norm NEN-EN 13813 benoemt namelijk talrijke eigenschappen van een mortel. Eigenschappen waarvan op dit moment vaak nog onvoldoende bekend is hoe deze gerealiseerd of geïnterpreteerd moeten worden.

Afb. 6: De norm NEN 2741 voor dekvloeren en de Europese norm voor mortels NEN-EN 13813.

De Europese norm NEN-EN 13813 gaat vooral over mortels en is vooral bedoeld voor de leveranciers van vloermortels. De norm NEN-EN 13813 vormt een belangrijke, zo niet de belangrijkste, basis voor de CE-markering van mortelproducten. Over de uitvoeringswijze wordt in deze norm weinig tot niets gezegd. Het is een goed gebruik dat een nationale norm (NEN) wordt ingetrokken als er een Europese tegenhanger komt (NEN-EN). Juist omdat NEN 2741 ook ingaat op andere aspecten dan alleen de sterkte, kon deze blijven bestaan; al is dat in een aangepaste vorm.

De gevolgen van de norm NEN-EN 13813 voor het vloerenbedrijf en de leverancier van een dekvloermortel zijn groot. Zij worden geconfronteerd met de vraag: “Levert u mij een mortel NEN-EN 13813 CT-C20-F4-E15-AR4?” Wie weet dan nog wat wordt bedoeld?

Toelichting
De codering CT slaat op cement als bindmiddel.
De aanduiding C heeft betrekking op de druksterkte.
De aanduiding F heeft betrekking op de buigtreksterkte.
De aanduiding E heeft betrekking op de elasticiteitsmodulus.
De aanduiding AR heeft betrekking op de slijtvastheid volgens Böhme.

Zie ook 3.6.

3.3 Historie

In NEN 2741:2001 (en in de versie van 1982) waren dekvloeren ingedeeld in sterkteklassen, aangeduid met een D en een getal. De laagste sterkteklasse was D15, wat neerkomt op een gemiddelde druksterkte van 15 N/mm^2. Vaak stond en staat in bestekken nog een veel hogere eis van D20 of zelfs D30. Deze sterkteklassen waren dan ontleend aan een bijlage, tabel A1, van de norm (afb. 7).

De kwaliteitsklasse van een cementdekvloer in relatie tot de verkeersbelasting en het toepassingsgebied

Als leidraad bij het kiezen van een doelmatige met cement gebonden dekvloer kan tabel A.1 worden gehanteerd. In deze tabel is een verband aangegeven tussen de aanbevolen dekvloerkwaliteit en het toepassingsgebied, respectievelijk de optredende verkeersbelasting.

Tabel A.1 — Verband tussen dekvloerkwaliteit, toepassingsgebied en verkeersbelasting[1]

Omschrijving		Verkeersfrequentie	Classificatie volgens tabel 1						
			D15	D20	D30	D40	D50	D75 S	D75 M
verkeersbelasting	voetgangersverkeer	gering	2)	2)					
		matig		2)					
		groot		2)					
	wielen met stalen loopvlak en/of slepen van metalen lasten	gering							
		matig							
		groot							
	massieve banden – hard	gering							
		matig							
		groot							
	massieve banden – zacht	gering							
		matig							
		groot							
	brede luchtbanden	gering							
		matig							
		groot							
	vallende lasten	gering							
		matig							
		groot							

VERVALLEN

Afb. 7: Deel van vervallen tabel A1 uit NEN 2741:2001

De druksterkte wordt gedefinieerd op basis van de gemiddelde waarde van drukproeven op speciaal vervaardigde mortelbalkjes. Omdat monsters optimaal kunnen worden verdicht, wordt zo eigenlijk de basiskwaliteit van de mortel vastgelegd.

Voor cementgebonden smeervloeren was in NEN 2741 vastgelegd dat de sterkte in het werk lager mag zijn. Er is een minimum waarde vastgelegd, variërend van 60% tot 80%.
Door tenminste twee belangrijke aspecten zijn de sterkte-aanduidingen en indelingen gewijzigd.

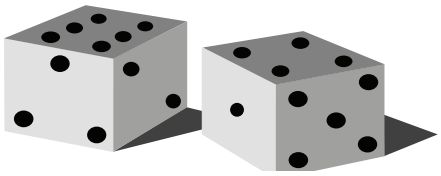
- Cementdekvloeren hadden als aanduiding bijvoorbeeld D15. Gietdekvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel bijvoorbeeld een aanduiding GD12. Een bestekschrijver werd bij het opgeven van een sterkteklasse dus al gedwongen een materiaalkeuze te maken terwijl het moet gaan om de eigenschap die moet worden gerealiseerd. Met de introductie van nieuwe (Europese) normen is overgestapt op een materiaalongebonden grootheid voor de druksterkte, namelijk C (compressive strength).
- De voorgeschreven druksterktes werden in de praktijk niet altijd gehaald. Desondanks functioneerde de dekvloer prima. Dit heeft het besef doen ontstaan dat wellicht lagere sterkteniveaus vastgelegd konden worden die dan wel moeten worden bereikt.

De laagste sterkteklasse die nu bijvoorbeeld in de productnorm NEN-EN 13813 wordt omschreven is C5 (5 N/mm^2), de eerstvolgende klasse is C7. Voor de keuring van monsters uit het werk geldt als laagste klasse Cw5. Elke meetwaarde moet daarbij meer zijn dan 4,25 N/mm^2 tegenover 6 N/mm^2 bij D15, de laagste sterkteklasse die tot voor kort werd gehanteerd (zie verder 3.10).

3.4 Sterk zat

Vaak ontbreekt het besef wat nu precies wordt verstaan onder de eenheid N/mm^2. De druksterkte, uitgedrukt in deze eenheid, wordt op menig bouwwerk en in menig gesprek benoemd en genoemd. Vaak omdat er twijfel is aan deze sterkte en/of omdat testresultaten aangeven dat de sterkte niet meer is dan ‘slechts’ enkele N/mm^2.
Voor de beeldvorming is het goed eens na te gaan wat de eenheid N/mm^2 dus eigenlijk betekent.

1 kg = 10 N

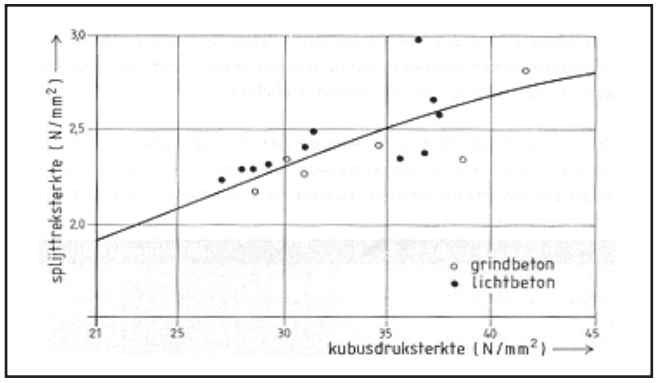


Afb. 8: Betekenis N/mm^2

Een gewicht vermenigvuldigd met de zwaartekracht, levert de kracht in N. Uitgaande van een oppervlak van 1 mm^2 levert 1,5 kg/mm^2 dus 15 N/mm^2 op.
Indrukwekkend wordt de doorvertaling van deze belasting naar 1 m^2 vloeroppervlak. Een druksterkte van 5 N/mm^2 komt dan overeen met 5.000.000 N/m^2 oftewel 500.000 kg op elke vierkante meter vloer. Dit zijn ruim 500 personenauto’s. Voordat die belasting is bereikt zal over het algemeen de dragende constructie al bezweken zijn. Die is namelijk meestal op niet meer dan enkele honderden kg/m^2 berekend.

3.5 Waarom prestatie-eisen?

Op basis van de vorige paragraaf zou je kunnen concluderen dat een druksterkte van 0,5 N/mm^2 sterk genoeg is. Waarom dan toch zulke hoge eisen? Daarvoor maken we een uitstap naar de wereld van het beton. Jarenlang onderzoek heeft daar geleid tot veel regelgeving, vooral constructief. Daarbij zijn relaties gelegd tussen diverse eigenschappen van het beton en de druksterkte. Zo geeft afb. 9 de relatie tussen splijttreksterkte en druksterkte voor beton weer. Feitelijk geldt dus bij beton dat een eis aan de druksterkte inhoudt dat ook bepaalde andere eigenschappen vastliggen.



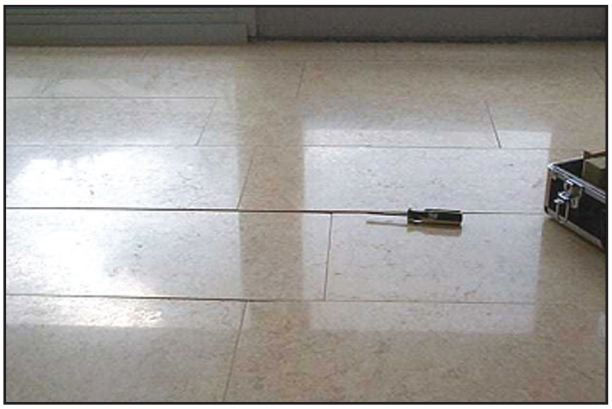
Afb. 9: Relatie splijttreksterkte en kubusdruksterkte voor beton [Bron: Betoniek]

Voor dekvloeren is echter geen duidelijk verband bekend of vastgelegd. Met andere woorden, wanneer een dekvloer een bepaalde druksterkte heeft, kun je niet aannemen dat hij daarmee automatisch ook andere mechanische eigenschappen heeft gekregen. Uiteraard zal technologisch wel gelden dat met toenemende druksterkte andere mechanische eigenschappen zullen toenemen. De mate waarin is echter niet vastgelegd, zoals bij beton wel het geval is. Daarom is zo belangrijk te vragen wat wordt bedoeld. Of, kort gezegd: “Wat verwacht ik van de dekvloer?”

Bouwbreed wint dus langzaam de gedachte terrein dat het beter is om prestatie-eisen te stellen. Concreet betekent dit niet meer simpelweg een druksterkte roepen en dan denken dat de rest wel goed komt. Nee, er moet serieus worden nagedacht over de eigenschappen die wenselijk zijn.

Voorbeelden uit de praktijk, waarbij andere eigenschappen dan de druksterkte van groter belang zijn.

- Als op de dekvloer een tegelvloer moet worden verlijmd, is met name de huidtreksterkte van de dekvloer van belang.
- Bij een zwevende uitvoering wordt de dekvloer ook op buiging belast; hij moet dus een buigtreksterkte bezitten.
- Om spanningen niet teveel te laten stijgen, is wellicht ook een bepaalde krimpmaat van belang.



Afb. 10: Het leggen van een natuursteenvloer stelt specifieke eisen aan de dekvloer

3.6 Prestatie-eisen voor vloermortels

In de Europese norm voor dekvloermortels (NEN-EN 13813) heeft de prestatiegedachte expliciet vorm gekregen. Voor een groot aantal eigenschappen zijn klassenindelingen gemaakt.

Genoemd worden (tussen haakjes de aanduiding):

- druksterkte (C)
- buigtreksterkte (F)
- elasticiteitsmodulus (E)
- hechtsterkte (B)
- slijtweerstand, 3 methoden (A, AR, RWA)
- slijtweerstand, vloeren met bedekking (RWFC)
- oppervlaktehardheid (SH)
- penetratiediepte, temperatuur. afhankelijk (ICH, IP, IPromein)

Verder worden in de norm onder meer genoemd:

- elektrische weerstand
- chemische weerstand
- brandbestandheid
- dampdichtheid
- warmtegeleiding
- geluidsisolatie

Een voorbeeld van een uitgewerkte klasse is de slijtweerstand op basis van Böhme (zie tabel 2).

Tabel 2: Slijtvastheidsklasse, methode Böhme

Klasse	A22	A15	A12	A9	A6	A3	A1,5
Materiaalverlies in cm/50 cm ten hoogste	22	15	12	9	6	3	1,5

Een andere slijtvastheidsindeling is die op basis van de 'Rolling Wheel'-test, waarbij de norm onderscheid maakt in oppervlakken die worden bedekt met een vloerafwerking en oppervlakken die direct aan verkeer worden blootgesteld. Voor de laatste groep is in tabel 3 de indeling gegeven.

Tabel 3: Slijtvastheidsklasse, methode Rolling Wheel

Klasse	RWA300	RWA100	RWA20	RWA10	RWA1
Materiaalverlies in cm^3 ten hoogste	300	100	20	10	1

NEN 13813 bevat ook een indeling naar buigtreksterkte. In de NEN 2742 voor zwevende dekvloeren is een selectie hieruit opgenomen (zie tabel 4). In NEN 13813 zijn verder nog de klassen F10, F15, F20, F30, F40 en F50 opgenomen.

Tabel 4: Klasse-indeling buigtreksterkte

Klasse	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Buigtreksterkte in N/mm^2 ten minste	1	2	3	4	5	6

Belangrijk is om niet uit het oog te verliezen dat NEN 13813 over mortels voor dekvloeren gaat en dus niet per definitie over de dekvloer in het werk zelf. Zo is algemeen bekend dat bij een traditioneel gesmeerde cementgebonden dekvloer de druksterkte in het werk heel anders kan zijn dan de druksterkte van mortelbalkjes die met de betreffende specie zijn gemaakt. Verdichting is namelijk essentieel. Een sterkteklasse die op een mortelprisma is bepaald, is dus niet zonder meer te vertalen in een sterkte in het werk.

De leverancier voor een CE-markering is 'gelukkig' slechts verplicht een beperkt aantal eigenschappen op te geven. De andere zijn optioneel (zie tabel 5). Een praktisch probleem is nog dat voor de huidige mortels veel van de eigenschappen die in NEN 13813 worden genoemd nog onbekend zijn. Immers, voor een deel zijn het zeker voor Nederland nieuwe testmethoden. Ook zijn eigenschappen tot op heden nooit gebruikt voor het specificeren van een mortel. Ervaring ontbreekt dan ook bij het vaststellen van een grenswaarde c.q. klasse.

bindmiddel	druksterkte	buigtreksterkte	slijtweerstand "Böhme"	slijtweerstand "BCA"	slijtweerstand "Rolling wheel"	oppervlaktehardheid	weerstand tegen penetratie	slijtweerstand met vloerbedekking	bindtijd	krimp en zwel	consistentie	pH-waarde	Elasticiteitsmodulus	slagvastheid	hechtsterkte
cement	N	N	N (1/3)			O	-	O	O	O	O	O	O	O*	O
calciumsulfaat	N	N	O	O	O	O	-	O	O	O	O	N	O	-	O
magnesiet	N	N	O	O	O	N**	-	O	-	O	O	O	O	-	O
bitumen/asfalt	-	-	O	O	O	-	N	O	-	-	-	-	-	-	-
kunsthars	O	O	-	N (1/2)		O	-	O	-	O	O	-	O	N*	N
N = verplicht op te geven O = optioneel, indien relevant - = niet relevant															
* = alleen indien vloeroppervlak op gebruiksoppervlak is (dus niet bedekt wordt)															
(1/3), (1/2) = één van de drie, respectievelijk 2 methoden															

Tabel 5: Verplicht op te geven eigenschappen en variabelen

Zoals aangegeven geldt de norm NEN-EN 13813 "Dekvloermortel en dekvloeren – Dekvloermortels – Eigenschappen en eisen" voor de dekvloermortel. Feitelijk dus producten die verhandeld worden. Of met dit product daadwerkelijk een goede vloer wordt gemaakt, is een tweede.

3.7 Prestatie-eisen voor dekvloeren

De keuze voor een bepaalde dekvloer kan niet los worden gezien van de aanwezige draagvloer, de beoogde vloerafwerking en dus de totale vloerconstructie. In de praktijk blijkt dat de constructieve draagvloer meestal een gegeven is. Dit betekent dan ook dat de dekvloer afgestemd moet zijn op deze constructieve vloer. Is ook al bekend wat de vloerafwerking wordt, dan kan daar bij de keuze voor een dekvloer ook rekening mee worden gehouden. In de praktijk zal dit enkel in de grotere kantoorbouw of utiliteitsbouw voorkomen. Bij de woningbouw is er meestal niet bekend wat de vloerafwerking wordt. Die keuze wordt immers na oplevering van de woning gemaakt.
Is ook de dekvloer al gemaakt, dan moet worden nagegaan of de vloerafwerking hierop is aan te brengen. Eventueel zijn dan aanvullende maatregelen of voorzieningen noodzakelijk.

De keuze voor een bepaalde vloerconstructie is tot op heden vooral gebaseerd op de bekendheid van een ontwerper met een bepaald type vloer of een bepaald product. "Wat de boer niet kent, eet hij niet" is nog steeds een toepasselijk gezegde. Dit betekent dat traditioneel gekozen wordt voor óf cement óf calciumsulfaat als bindmiddel. Met andere woorden, het type bindmiddel ligt al vast.
Vaak ook ontbreekt het aan inzicht in de eisen die gesteld zouden moeten worden aan de dekvloer. Het maken van een keuze op basis van eerdere ervaringen lijkt dan wel een veilige, maar is een minder wenselijke weg.
Het omschrijven van de gewenste vloer op basis van ervaring, of zelfs door een 'kopie' te maken uit een vorig bestek of werk, heeft namelijk twee belangrijke nadelen.

1. De feitelijk noodzakelijke en de gewenste eigenschappen van de vloer worden niet vastgelegd. Hoewel de ontwerper denkt 'op zeker' te spelen, bestaat de kans dat de vloer niet voldoet aan de wensen van de gebruiker. Deze wensen kunnen immers afwijken van andere (eerdere) projecten.
2. Al in de beginfase wordt gedacht in bepaalde materialen en de wijze waarop de vloer moet worden opgebouwd. Dit remt het toepassen van nieuwe ontwikkelingen (innovatie) op het gebied van bijvoorbeeld materialen en vloerconstructies. Slechts met veel overredingskracht is de ontwerper af te brengen van de hem voor ogen staande materialen en soms lukt dat zelfs helemaal niet. Dit komt ondermeer doordat het toetsen op gelijkwaardigheid moeilijk is als onduidelijkheid bestaat over de aspecten waarop moet worden getoetst.

Prestatie-eisen overeenkomen die zijn gebaseerd op het voorgenomen gebruik van de vloer, geeft meer zekerheid dat de vloer zal voldoen aan wat wordt gewenst. Bovendien wordt dan ruimte geboden aan innovatie en creativiteit in de vloerensector. Verder kan het leiden tot kostenbesparing voor de 'klant', omdat aanvullende bewerkingen en handelingen niet meer nodig zijn. Immers, alle componenten van een vloersysteem zijn op voorhand al op elkaar afgestemd.
Natuurlijk gaan we uit van de ideale situatie.

Aan het opstellen van eenduidige prestatie-eisen is namelijk een aantal voorwaarden verbonden. Voorwaarden waaraan wellicht nog niet altijd kan worden voldaan:

- de functie en het voorgenomen gebruik van de ruimte moeten goed worden vastgelegd. Daarbij moet zo mogelijk ook rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen;
- deze functionele eisen moeten te relateren zijn aan prestatie-eisen die aan de dekvloer worden gesteld (eisen aan de dekvloer zijn mede afhankelijk van de toegepaste draagvloer en de toe te passen vloerafwerking);
- de eisen aan de dekvloer moeten meet- en controleerbaar zijn.

De ontwerper kiest nu nog vaak op basis van de materialen en uitvoeringswijze die hem vertrouwd zijn. De gewenste dekvloer wordt omschreven door bijvoorbeeld de toe te

passen materialen te noemen. In het gunstigste geval aangevuld met specificaties ten aanzien van:
- de eigenschappen waaraan deze materialen moeten voldoen;
- de eisen aan de ondergrond waarop de dekvloer moet worden aangebracht;
- de omgevingscondities tijdens en na het aanbrengen van de vloer;
- de verwerking van de materialen.

Bij een prestatiegerichte benadering van de dekvloer wordt het toe te passen materiaal, de vloeropbouw en de wijze van uitvoering pas gekozen nadat de te leveren prestaties duidelijk in kaart zijn gebracht en vastgelegd. Dit heeft als voordeel dat:
- de uiteindelijke gebruiker van het pand goed in het keuzeproces van de vloer wordt betrokken.
  De opdrachtgever of diens vertegenwoordiger (architect) moet aangeven welke aspecten belangrijk zijn en welk gewicht hieraan wordt toegekend;
- aanbieders op de bouwmarkt de kans krijgen innovatieve producten of oplossingen toe te passen.

Het zal nog wel even duren voordat dekvloeren volledig op prestatie worden gespecificeerd. Desondanks is het raadzaam zoveel mogelijk de gewenste prestaties te omschrijven. Hierbij zullen de meeste opdrachtgevers voorlopig de voorkeur geven aan een mix van echte prestatie-eisen en afgeleide eisen. Wie accepteert namelijk de ‘zuivere’ prestatie-eis: “Gedurende de gebruiksduur mag de poot van de magazijnstelling niet verder wegzakken dan 0,05 mm?” Een vertaalslag naar de min of meer afgeleide prestatie-eisen zoals: “De dekvloer moet een druksterkte hebben van 30 N/mm^2 en een elasticiteitsmodulus van tenminste 15.000 N/mm^2” zal ontwerpers voorlopig meer aanspreken.

3.8 Prestatie-eisen in de praktijk

In de CUR-Aanbevelingen voor gietdekvloeren (CUR-Aanbeveling 107 en 110) is een lijst opgenomen met aspecten die vooraf overeengekomen moeten worden. Dit betekent dus dat hierover duidelijkheid moet zijn voordat met de feitelijke werkzaamheden mag en kan worden begonnen. Volgens deze CUR-Aanbevelingen moet vooraf op hoofdlijnen zijn vastgelegd:

a. De typeaanduiding van de gewenste gietdekvloer (direct op draagvloer, op scheidingslaag of zwevend) (zie 3.9).

b. Of leidingen, anders dan vloerverwarming, in de giet-dekvloer moeten worden opgenomen en zo ja, waaruit deze bestaan (type materiaal, diameter en verdeling).

c. De gemiddelde of minimale dikte van de gietdekvloer in mm.

d. De relevante mechanische eigenschappen ontleend aan het gebruik. Daarbij geldt dat:
   - voor de druksterkte in het werk gebruik moet worden gemaakt van de indeling zoals genoemd in 3.10;
   - voor de buigtreksterkte in het werk gebruik moet worden gemaakt van een vergelijkbare classificatie;
   - voor de indrukweerstand tegen een vallende last gebruik moet worden gemaakt van de indeling als genoemd in 3.11;
   - voor de slijtweerstand in de Aanbevelingen geen classificatie is opgenomen. Voor mogelijke klassen wordt verwezen naar NEN-EN 13813. Aanbevolen wordt de slijtweerstand te specificeren op basis van de ‘Rolling Wheel’-test.

e. De gewenste vlakheidklasse volgens NEN 2747, indien deze afwijkt van de als standaard voor gietdekvloeren te beschouwen klasse 4.

f. Of er bij een gietdekvloer direct op de draagvloer sprake moet zijn van hechting aan de draagvloer en eventueel de mate van hechting. Hechting is dus niet langer een vanzelfsprekende eis.

g. Of wapening in de gietdekvloer moet worden opgenomen en zo ja, waaruit deze bestaat.
   Bij gietdekvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel is het toepassen van wapening overigens niet gebruikelijk.

h. Of voegen, bijvoorbeeld dilatatie- of krimpvoegen, aangebracht moeten worden en zo ja, waar en hoe breed.

i. De wijze waarop de gietdekvloer moet aansluiten op eventuele verticale bouwdelen (toepassen kantstroken, afwerking rondom leidingdoorvoeren en dergelijke).

j. Of de gietdekvloer, na het uitharden, geschuurd moet worden.

Het bovenstaande overzicht is een minimum aan specificaties. Er kunnen nog extra aspecten worden overeengekomen. In Tabel 1 vindt u daar nog een aantal voorbeelden van.
De volgende informatie moet, voor zover relevant, door de opdrachtgever aan het vloerenbedrijf worden verstrekt.

k. Specifieke informatie over de inrichting van de bouwplaats, waaronder de plaatsingsmogelijkheid van de mobiele menginstallatie of de bereikbaarheid van het werk voor truckmixers.

3.9 Type dekvloer, aanduidingen

Dekvloeren worden aangeduid op basis van de wijze waarop ze worden ondersteund. Er wordt onderscheid gemaakt tussen (afb. 11):

Dek- of gietdekvloer direct op een draagvloer
(D-D) of (GD-D)
Dit is een dek- of gietdekvloer die rechtstreeks op een draagvloer wordt aangebracht.

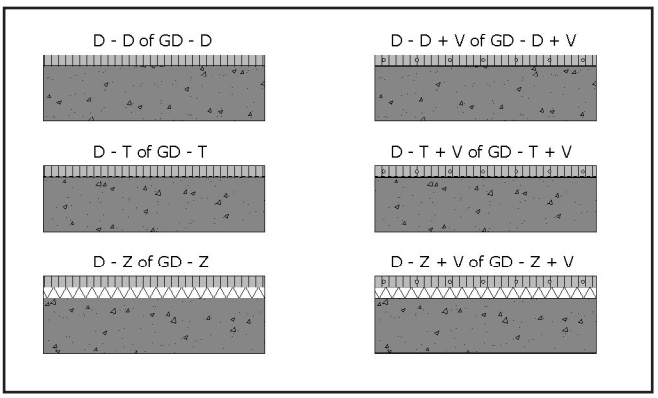
Dek- of gietdekvloer direct op de draagvloer met vloerverwarming (D-D+V) of (GD-D+V)
Dit is een dek- of gietdekvloer die rechtstreeks op een draagvloer wordt aangebracht en waarbij in de dek- of gietdekvloer vloerverwarming is opgenomen.

Dek- of gietdekvloer op een tussenlaag (D-T) of (GD-T)
Dit is een dek- of gietdekvloer aangebracht op een dunne tussenlaag die op de draagvloer is aangebracht. Specifiek voor calciumsulfaatgebonden vloeren geldt daarbij dat de tussenlaag opgezet moet zijn tegen opgaand werk zoals wanden.
Een tussenlaag kan bijvoorbeeld bestaan uit een foamlaag of folie met hooguit enkele mm dikte.

Dek- of gietdekvloer op een tussenlaag met vloerverwarming (D-T+V) of (GD-T+V)
Dit is een dek- of gietdekvloer aangebracht op een dunne tussenlaag die op de draagvloer is aangebracht en waarbij in de dek- of gietdekvloer vloerverwarming is opgenomen.

Zwevende dek- of gietdekvloer (D-Z) of (GD-Z)
Dit is een dek- of gietdekvloer die op een akoestisch en/of thermisch isolerende laag is aangebracht en die volledig van andere opgaande delen van het gebouw, zoals wanden en leidingen, is gescheiden.

Zwevende dek- of gietdekvloer met vloerverwarming
(D-Z+V) of (GD-Z+V)
Een dek- of gietdekvloer, voorzien van vloerverwarming die op een akoestisch en/of thermisch isolerende laag is aangebracht en die volledig van andere opgaande delen van het gebouw, zoals wanden en leidingen, is gescheiden.



Afb. 11: Voorbeeld typen dekvloer, aanduidingen

Soms wordt nog gesproken over:
- een holtevloer (GD-H);
- een gietdekvloer direct op een funderingslaag (GD-F).

Omdat in beide gevallen sprake is van een draagvloer (dragende ondergrond) kunnen ze allebei ook worden beschouwd als een bijzondere vorm als een bijzondere vorm van bovengenoemde. Daarom komen ze in de actuele documenten niet meer als zodanig terug.

3.10 Nieuwe sterkte-aanduidingen, C of Cw

3.10.1 Sterkte-aanduiding

In NEN 13813 wordt de druksterkte van mortelbalkjes ingedeeld in klassen, die beginnen met een letter C (Engels: compression), gevolgd door een getal die de druksterkte aangeeft.
Er zijn de volgende sterkteklassen: C5, C7, C12, C16, C20, C25, C30, C35, C40, C50, C60, C70 en C80.

3.10.2 Hoe het was

Bij een gespaande dekvloer zegt de sterkte van het mortelbalkje meestal weinig over de sterkte die in het werk wordt geleverd. Die is immers mede afhankelijk van de verdichting die in het werk wordt gerealiseerd. Vaak zal juist de sterkte in het werk voor een opdrachtgever van belang zijn. Eerder is al aangegeven dat deze opvatting niet altijd juist is en dat niet de sterkte van doorslaggevend belang zou moeten zijn, maar andere eigenschappen van een dekvloer.
Omdat de sterkte in het werk kan afwijken van de sterkte van mortelbalkjes, was in NEN 2741:2001 opgenomen dat de sterkte die in werk wordt gemeten lager mag zijn dan de ‘eigenlijke wens’ (zie tabel 6). Zo gold voor bijvoorbeeld de verouderde klasse D20 dat de gemiddelde druksterkte van mortelbalkjes moest voldoen aan 20 N/mm^2. De minimum druksterkte van een proefstuk uit de vloer zelf hoefde ‘slechts’

12 N/mm^2 te bedragen, wilde het aangemerkt worden als een D20 vloer. Zou een opdrachtgever dus gegarandeerd een druksterkte van 20 N/mm^2 in het werk wensen, dan moest hij geen D20 vragen maar een D40. Immers, elk proefstuk uit het werk diende dan eerst een druksterkte van tenminste 24 N/mm^2 te halen (zie tabel 6).

Tabel 6: Oude sterkte-indeling volgens NEN 2741:2001

Sterkteklasse	D15	D20	D30	D40	D50
Gemiddelde druksterkte mortelbalkjes (N/mm^2)	15	20	30	40	50
Druksterkte proefstuk uit werk tenminste (N/mm^2)	6	12	18	24	30

Bij het uitwerken van de nieuwe regelgeving is deze 'onduidelijkheid' opgeheven door met een indices aan te geven wat wordt bedoeld. De druksterkte van mortelbakjes (conform NEN-EN 13813) wordt aangeduid met een C, terwijl Cw de druksterkte aangeeft van proefstukken uit het werk.
Praktisch betekent dit dat als de opdrachtgever een bepaalde druksterkte Cw wenst, hij deze gemiddeld gezien ook geleverd moet krijgen. Om extreme uitschieters naar beneden te voorkomen, is tevens vastgelegd dat elke individuele waarde tenminste 85% van de opgegeven gemiddelde waarde moet bedragen.
Het vloerenbedrijf zal de gewenste druksterkte in het werk (Cw) moeten vertalen in een sterkte voor de mortel (C) die hij inkoopt.

3.10.3 Hoe het nu is

In alle normatieve documenten die nu zijn verschenen voor in het werk vervaardigde dekvloeren is de overstap gemaakt naar een sterkte-aanduiding voor de mortel in het werk. Daarbij is gebruik gemaakt van de lagere klassen die nu mogelijk zijn geworden door introductie van NEN-EN 13813. In tabel 7 is deze nieuwe klassenindeling opgenomen.

Tabel 7: Nieuwe druksterkten op basis van proefstukken uit het werk

Sterkte-aanduiding dekvloer	C_w5	C_w7	C_w12	C_w16	C_w20	C_w25	C_w30	C_w35	C_w40	C_w50	C_w60	C_w70	C_w80
Druksterkte proefstukken gemiddeld in N/mm2 tenminste	5	7	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80
Elke individuele meetwaarde moet tenminste 85% bedragen van de opgegeven gemiddelde waarde													

Voor de buigtreksterkte zijn vergelijkbare klassen opgenomen, gerelateerd aan een meting in het werk en gebaseerd op de indeling zoals die voorkomt in NEN-EN 13813 (zie tabel 8).

Tabel 8: Buigtreksterkte op basis van proefstukken uit het werk

Sterkte-aanduiding dekvloer	F_w1	F_w2	F_w3	F_w4	F_w5	F_w6	F_w7	F_w10	F_w15	F_w20	F_w30	F_w40	F_w50
Buigtreksterkte proefstukken in N/mm^2 gemiddeld tenminste	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	40	50
Elke individuele meetwaarde moet tenminste 85% bedragen van de opgegeven gemiddelde waarde													

In CUR-Aanbeveling 107, die betrekking heeft op gietdekvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel, staat dat een sterkteklasse in het gebied C_w12 tot en met C_w35 gebruikelijk is. De stand der techniek is dat lagere of zeker veel hogere sterktes nog niet echt dagelijkse praktijk zijn. Voor cementgebonden gietdekvloeren, vastgelegd in CUR-Aanbeveling 110, is er geen voorbehoud voor de realiseerbare druksterkte in het werk.

3.11 Introductie BRE-screed test

Een testmethode die in de nieuwe normen voor dek- en gietdekvloeren het levenslicht ziet in Nederland is de zogenoemde 'BRE-screed test'. Deze test was al vele jaren omschreven in de Britse norm BS8204-1 uit 1999.
Bij deze test valt een gewicht van 4 kg vanaf 1 meter hoogte vier maal op de vloer; het contactoppervlak is 500 mm^2. Als er sprake is van een zwevende dekvloer wordt uitgegaan van 2 kg.

De BRE-screed test is een relatief zware en vooral dynamische proef. De indrukking is daarbij zeker een maat voor de kwaliteit van de dekvloer. Het is echter niet zo dat deze proef geschikt is om de druksterkte van de dekvloer aan te tonen. Een duidelijke verband is tot op heden nog niet aangetoond. Dit komt mede doordat bij het bepalen van de druksterkte ook het dieper gelegen materiaal wordt getest. Nu geldt evenwel dat de druksterkte, en zeker de manier waarop deze wordt bepaald, niet altijd een juist beeld geeft. De suggestie wordt immers gewekt dat een minder sterke zone aan de onderzijde van een vele centimeters dikke dekvloer een probleem vormt. Het is dan goed te bedenken dat ook zwevende dekvloeren worden gemaakt, waarbij het onderste deel van de vloer (de isolatielaag) ook nagenoeg geen sterkte heeft. Toch voldoen deze vloeren prima doordat de bovenste laag sterkte en stijfheid heeft. De druksterkte stelt dus de minimale kwaliteit van de dekvloer vast, maar niet altijd de technische waarde in de gebruiksfase.

Juist bij deze 'dekvloertest' speelt de bovenste laag van de dekvloer een rol en wordt deze beproefd. Het is ook deze laag die wordt belopen, belast of waarop een afwerking wordt aangebracht. De testmethode heeft daarom zijn waarde in de praktijk bewezen.

Overigens zal bij gietdekvloeren de bovenste laag doorgaans in samenstelling en eigenschappen minder afwijken van het dieper gelegen materiaal. Mogelijk dat voor deze materialen wel een relatie bestaat met de druksterkte. Dit is echter nog niet onderzocht.

Hoewel de BRE-screed test als niet-destructief te boek staat, is dit niet geheel juist. Er hoeft weliswaar geen monster uit de vloer te worden genomen, maar er ontstaat wel een 'ponsgaatje' in de vloer. Voordeel is wel dat de eis met betrekking tot indrukking meet- en controleerbaar is.

Ten aanzien van deze eis is een klasse-indeling opgenomen in de normen (zie tabel 9). De ervaring in Nederland leert dat een goed verdichte, gesmeerde dekvloer makkelijk een indrukking haalt van ten hoogste enkele millimeters. Dit geldt ook voor gietdekvloeren.

Tabel 9: Richtwaarden indrukking

Klasse	A	B	C
Indrukking ten hoogste [mm]	3	4	5
Toepassingsgebied	industrie	kantoren	woningen

Afb. 12: BRE-screed test

In hoofdstuk 17 bespreken we enkele andere eigenschappen die zijn of worden geïntroduceerd. Specifiek gaan we daarbij in op:

- het beoordelen van de vlakheid volgens NEN 2747;
- het bepalen van de slijtweerstand volgens NEN 2741 en NEN-EN 13813;
- de stroefheid van een vloeroppervlak volgens de NTA 7909;
- de hechting en de huidtreksterkte;
- esthetische aspecten.

4 SAMENSTELLING DEKVLOEREN

4.1 Bindmiddelen

4.1.1 Cement

Cement is een hydraulisch bindmiddel. Dat houdt in dat cement met water reageert tot de vorming van bestanddelen die vervolgens niet meer in water oplossen. Cementgebonden materialen zijn dus ongevoelig voor vocht. Mechanische eigenschappen, zoals sterkte en stijfheid, veranderen dus niet onder invloed van vocht.
Er zijn verschillende soorten cement verkrijgbaar. Cement voor cementgebonden dekvloeren moet tenminste voldoen aan NEN-EN 197-1. De meest toegepaste cementsoort voor cementgebonden dekvloeren is portlandcement of portland-vliegascement. Deze is minder gevoelig voor nabehandelen en heeft doorgaans een snellere sterkte-ontwikkeling.

Sinds de nieuwe cementnorm van kracht is, zijn veel oude benamingen verdwenen. Toch is de praktijk weerbarstig en komen ze nog wel eens voor.
Het in Nederland gebruikelijke portlandcement wordt tegenwoordig aangeduid als CEM I, portlandvliegascement als CEM II/B en hoogovencement als CEM III/B. In de praktijk staat er nog een getal en codes achter deze aanduiding. Een getal achter de benaming CEM I, II of III zegt iets over de sterkte-ontwikkeling. De coderingen zeggen iets over de hoofdbestanddelen.

Het verschil in sterkte-ontwikkeling tussen het vroeger bekende 'A' en 'B' of een 'C' cement kwam voornamelijk door een verschil in maalfijnheid van het cement. Het ging om hetzelfde cement dat echter fijner is gemalen en daardoor sneller reageert.

De keuze voor een bepaald cement levert een spanningsveld op. Enerzijds is een zo snel mogelijke verharding wenselijk, omdat de vloer dan eerder kan worden belast. Anderzijds verhoogt een snelle sterkte-ontwikkeling de kans op scheuren of onthechting.
Bij lage verwerkingstemperaturen kan het toevoegen van een deel sneller reagerend cement voordeel opleveren. De warmte-ontwikkeling werkt dan positief en voorkomt dat de vloer te traag uithardt. Bij relatief dun aangebrachte, aardvochtige dekvloerspecies is de effectieve warmte-ontwikkeling beperkt. Zeker als de specie op een goede, warmtegeleidende draagvloer wordt aangebracht.

De hoeveelheid bindmiddel die aan de specie wordt toegevoegd, bepaalt samen met de opbouw van het toeslagmateriaal de krimp die zal optreden. Het cementgehalte moet daarom bij voorkeur niet groter zijn dan 400 kg/m^3. De eigenschappen van een cementgebondenspecie en -mortel kunnen worden beïnvloed door andere stoffen, zoals hulp-, vulstoffen of polymeren (dispersies) toe te voegen (zie 4.1.6 en 4.4).

4.1.2 Calciumsulfaat

Vloeren op basis van calciumsulfaat worden ook wel anhydrietvloeren genoemd. Anhydriet is echter maar één van de bindmiddelen op basis van calciumsulfaat die voor dek-vloeren worden gebruikt. Calciumsulfaat, chemisch aangeduid als CaSO4, is een niet-hydraulisch bindmiddel. Het reageert weliswaar met water, waardoor een vast materiaal ontstaat, maar de gevormde reactieproducten zijn niet stabiel in water. Dit betekent dat calciumsulfaat vochtgevoelig is en dat het alleen kan worden gebruikt in droge situaties.

Afhankelijk van de hoeveelheid watermoleculen (H2O) die aan het calciumsulfaat 'kleven', wordt het materiaal aangeduid als:

- calciumdehydraat of anhydriet (CaSO4);
- calciumsulfaat hemihydraat (CaSO4.½H2O);
- calciumdihydraat, ook wel gips genoemd (CaSO4.2H2O).

Calciumsulfaat voor gietdekvloeren kan van natuurlijke of synthetische oorsprong zijn of vrijkomen als 'rest'-materiaal. Natuuranhydriet wordt gewonnen uit zogeheten indampgesteenten. Vooral in Duitsland ligt het materiaal direct aan het oppervlak en kan het relatief eenvoudig worden gedolven. Door de toegenomen aandacht voor het milieu staat de winning van natuuranhydriet ter discussie.
Synthetisch anhydriet is een restproduct dat tijdens de productie van fluorwaterstof (fosforzuur) ontstaat. Tegenwoordig is rookgasontzwavelingsgips (rogips) een goed alternatief voor het vervaardigen van synthetisch anhydriet. Dit materiaal komt vrij bij het reinigen van rookgassen van kolengestookte elektriciteitscentrales. Door bewerkingen van dit rookgas-ontzwavelingsgips ontstaat een homogeen en vrij zuiver anhydriet.

Om te mogen worden toegepast in dekvloeren moet het bindmiddel calciumsulfaat aan bepaalde eisen voldoen. Deze zijn onder meer vastgelegd in CUR-Aanbeveling 107, die weer refereert aan de Europese normen voor het bindmiddel (NEN-EN 13454-1).

De geringe krimp van calciumsulfaatgebonden dekvloeren (in het begin van de verharding is zelfs sprake van een zekere zwelling) zorgt voor een beperkte spanningsopbouw. Dit maakt het mogelijk vloeren zonder dilataties over grote oppervlakken aan te brengen. Ook kent calciumsulfaat een grote mate van relaxatie. Dat wil zeggen dat spanningen in een vloer na verloop van tijd afnemen.

4.1.3 Magnesiet

De bindmiddelcomponenten van een magnesietdekvloer bestaan uit magnesiumoxide en een waterige zoutoplossing, veelal magnesiumchloride. Dat deze producten in combinatie met elkaar hard worden, is in 1867 ontdekt door Sorel. Daarom wordt ook wel gesproken van Sorelcement. Magnesiet is evenals calciumsulfaat niet bestand tegen de langdurige inwerking van vocht en kan daarom alleen in een droge omgeving worden toegepast. Het reactieve magnesia ontstaat door het branden van het in de natuur voorkomende magnesiumcarbonaat (magnesiet). Het magnesiet wordt gewonnen in een beperkt aantal landen en kan lokaal sterke verschillen vertonen in bijvoorbeeld kleur, kalk- en kiezelzuuraandeel. De mengverhouding van watervrij magnesiumchloride (MgCI2) met magnesiumoxide (MgO) ligt tussen 1 : 2,0 en 1 : 3,5.

Magnesietgebonden dekvloeren bevatten relatief veel chloride. Corrosiegevoelige, metalen onderdelen in de dekvloer moeten dan ook extra worden beschermd. Ook is vanwege het hoge chloridengehalte een scheidingslaag tussen dekvloer en betonnen ondergrond vaak wenselijk. Chloriden kunnen namelijk in het beton dringen en vervolgens de passiveringslaag van het wapeningsstaal aantasten waardoor de wapening kan corroderen. Een scheidingslaag voorkomt dat.

Bijzondere kenmerken van magnesiet zijn onder meer:
- de hoge slijtvastheid;
- de grote weerstand tegen slag- en stootbelastingen;
- de beperkte stofafgifte;
- de geringe warmtegeleiding;
- het elektrisch geleidend zijn.

4.1.4 Bitumen (gietasfalt)

Een gietasfaltvloer is een vloer die bestaat uit bitumen en toeslagstoffen. Bitumen ontstaat door bewerking van aardolie. Deze grondstof wordt voor toepassing in vloeren vaak nog verder bewerkt door toevoeging van andere typen polymeer (kunstharsen). Hierdoor kunnen de eigenschappen naar wens worden gevarieerd.

Gietasfaltvloeren zijn uitermate geschikt in ruimten waar veel transport plaatsvindt. In mechanisch opzicht is de gietasfaltvloer niet geschikt voor hoge vloerlasten en puntlasten (groter dan 0,5 tot 1 N/mm^2). Bitumen is namelijk visco-elastisch. Bij lage temperaturen en kortdurende belasting gedraagt het materiaal zich elastisch. Met toenemende temperatuur en langere duur belasting(en) gaat dit gedrag over in een visco-elastisch gedrag. Het materiaal is daardoor gemakkelijk en blijvend vervormbaar bij hogere temperaturen.

De druksterkte is gezien de eigenschappen van het materiaal dan ook geen goed criterium voor de indeling van deze vloeren. Gietasfalt wordt daarom ingedeeld op basis van de hardheid. De hardheid wordt gemeten aan de hand van de indringdiepte van een stempel bij vooraf vastgestelde tempe-ratuur en tijdsduur.
De keuze van de hardheid van het gietasfalt is mede afhankelijk van de te verwachten temperaturen.
Groot voordeel van het visco-elastisch karakter van de vloer is dat vervormingen, bijvoorbeeld door temperatuurstijging, nagenoeg spanningsvrij worden opgenomen.
Daarnaast zorgt het visco-elastisch gedrag ervoor dat de vloer goed bestand is tegen stootbelastingen.
Voordeel van een gietasfaltvloer is dat er geen nabehandeling noodzakelijk is. De vloer kan zeer kort na de aanleg in gebruik worden genomen. Gietasfalt neemt geen water op, is meestal vloeistofdicht, bestand tegen water en vorst en kan daarom in natte ruimten en buiten worden gebruikt. De chemische bestandheid is zeer gevarieerd en afhankelijk van de temperaturen.

Gietasfaltvloeren zwellen en krimpen niet. Gietasfalt is namelijk praktisch waterdampdicht doordat nagenoeg alle holten in het toeslagmaterialenmengsel worden opgevuld. Asfaltvloeren zullen door de hechte samenhang van het bindmiddel en toeslagmateriaal nauwelijks stofproblemen opleveren.

Een eigenschap van gietasfaltvloeren die vooral het comfort bepaalt, is de geringe warmte-afleiding. Dit betekent dat de vloer niet of in ieder geval veel minder ‘koud’ optrekt. De warmtegeleiding is redelijk laag evenals de elektrische geleidbaarheid.

4.1.5 Kunsthars

Kunstharsen vinden een brede toepassing in de bouw. Dit komt doordat de eigenschappen van elk bindmiddel door chemische modificaties (weekmakers) in een uiteenlopende hardheid en verschijningsvorm te maken zijn. Zo komt polyetheen voor als zacht, flexibel materiaal (draagtasjes) en als hard, weinig buigzaam materiaal (vloerverwarmingleidingen).

Kunstharsen worden onderscheiden in (afb.13):
- thermoplasten;
- elastomeren (rubbers);
- thermoharders.

Afb. 13: Globale structuur thermoplast, elastomeer en thermoharder

- Thermoplasten
  De structuur van een thermoplast is te vergelijken met een bord spaghetti. Lange en op zichzelf sterke molecuulketens lopen kris-kras door elkaar. De ketens zijn onderling niet of zeer weinig aan elkaar verbonden.

  Thermoplasten kunnen vloeibaar worden gemaakt door ze te verwarmen, op te lossen of te dispergeren. Voordeel hiervan is dat het deze materialen makkelijk te verwerken maakt.

- Elastomeren
  Elastomeren kunnen worden beschouwd als een tussenvariant tussen thermoplasten en thermoharders. Rubbers zijn wel de bekendste elastomeren. De structuur kenmerkt zich weer door ketens moleculen die, wat minder vaak dan bij een thermoharder maar vaker dan bij een thermoplast, aan elkaar verbonden zijn.

- Thermoharders
  De structuur van een thermoharder kent een dicht vertakt en een met elkaar verbonden netwerk van molecuulketens. Daardoor zijn thermoharders niet oplosbaar en smeltbaar. Ze kunnen alleen in een 'verwerkbare' vorm worden gebracht door het 'splitsen' van de bestanddelen. Thermohardende materialen bestaan dan ook altijd uit een hars en een harder (tweecomponentensysteem). Na mengen van beide componenten vindt een chemische reactie plaats waarbij het materiaal hard wordt. De eigenschappen van het verharde product kunnen worden beïnvloed door onder meer de keuze van het type hars en harder en het toepassen van weekmakers.

Voor kunstharsgebonden dekvloeren wordt op dit moment in hoofdzaak gebruik gemaakt van de thermohardende kunsthars epoxy (voor vloerafwerkingen worden behalve epoxy ook nog andere bindmiddelen ingezet, zie verderop).
De combinatie van het bindmiddel met traditioneel toeslagmateriaal op basis van kwarts leidt tot een mortel met een in verhouding lage elasticiteitscoëfficiënt en een geringere temperatuursuitzetting.
De krimp, elasticiteitsmodulus en thermische uitzetting worden bepaald en beïnvloed door de verhouding bindmiddel: toeslagmateriaal. Meer bindmiddel betekent een grotere thermische uitzetting en een lagere elasticiteitsmodulus.

Epoxyhars (EP) is het meest gebruikte bindmiddel voor kunstharsgebonden dekvloeren. Daarnaast wordt ook polyurethaan (PU) gebruikt als basis voor producten voor vloeren en in het bijzonder vloerafwerkingen. Dit kunstharsbindmiddel kan zowel bestaan uit een één- als tweecomponentenmateriaal.
Beide kunstharsen kunnen worden geleverd met weinig of zelfs geen vluchtige, organische oplosmiddelen. Ze zijn daarom zowel binnen als buiten toepasbaar.
Vanwege het veronderstelde aandeel vluchtige bestanddelen is het gebruik van een ander bindmiddel -polymethylmetacrylaat (PMMA)- aan strenge voorwaarden gebonden. Het product mag slechts bij uitzondering binnen worden toegepast als kan worden aangetoond dat er geen alternatieven zijn.

In tabel 10 zijn beknopt enkele kenmerken gegeven van verschillende eigenschappen van een dekvloer, afhankelijk van het bindmiddel. Tabel 11 geeft een globale indeling van het toepassingsgebied, onderverdeeld naar binnen- en buitentoepassingen.

Tabel 10: Kenmerken van dekvloeren met verschillende bindmiddelen

Eigenschap	Cement	Calciumsulfaat	Magnesiet	Bitumen	Kunsthars
sterkte-ontwikkeling	traag	snel	snel	zeer snel	zeer snel
krimp (uitharding)	hoog	laag	laag	laag	laag
druksterkte	hoog	hoog	hoog	laag	hoog
temperatuur uitzetting	laag	laag	laag	hoog	hoog
De verhardingskrimp van een cementgebonden dekvloer is ongeveer 0,5 tot 1 mm/m. Voor calciumsulfaat is dit ten hoogste 0,02 mm/m. Althans dit laatste geldt voor het zuivere bindmiddel aangemaakt met normzand.					

Tabel 11: Toepassingsgebieden

	Binnen			Buiten		
bindmiddel	Woning	Bedrijf	Industrie	Woning	Bedrijf	Industrie
cement	x	x	x	x	x	x
calciumsulfaat	x	x				
magnesiet		x	x			
asfalt		x	x		x	x
kunsthars	x	x	x	x	x	x

In hoofdstuk 7 gaan we verder in op kunstharsgebonden vloerafwerkingen.

4.1.6 Cement en kunsthars

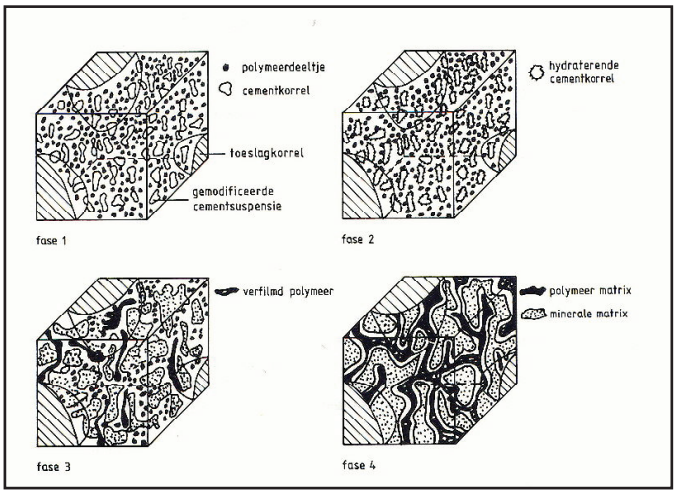
Cement en kunsthars laten zich tegenwoordig goed verenigen. Daarmee kunnen de positieve eigenschappen van kunsthars worden gecombineerd met die van cement. Zo bestaan er tegenwoordig producten waarbij het bindmiddel zowel uit cement als uit kunsthars bestaat. Deze producten worden aangeduid als ECC-mortel (Engels: Epoxy-cement-concrete).

Een meer gebruikte toepassing van kunstharsen is het toevoegen als dispersie. Daarbij gaat het om percentages van 5% tot 20% van het cementgewicht. In de betonreparatiewereld worden deze mortels aangeduid als PCC-mortel (Engels: Polymer-cement-concrete). Soms kan het toevoegen van polymeren ook van nut zijn in een dekvloermortel.

Bij een kunstharsdispersie zijn bolletjes polymeer (kunsthars) fijn verdeeld in water aanwezig. Om te zorgen dat deze zeer kleine polymeerbolletjes (0,1 tot 3 µm) blijven zweven en niet samenklonteren, worden ze chemisch omhuld. Tevens zijn aan dispersies vaak anti-schuimmiddelen toegevoegd om een hoog luchtgehalte in de specie te voorkomen.
Dispersies ogen als een melk-witte vloeistof. Veel van de gebruikte dispersies zijn gebaseerd op acrylaat, styreenacrylaat of styreenbutadieën. In het verleden werden de kunstharsdispersies vaak kant en klaar op het werk aangevoerd, inclusief het benodigde aanmaakwater. Om duur watertransport van de leverancier naar het werk te voorkomen, zijn veel leveranciers overgestapt op het aanleveren van geconcentreerde mengsels. Bij een vaste-stofgehalte van 50% bestaat 50% van de vloeistof immers uit het oplosmiddel (water). Op elke bouwplaats is wel water voorhanden, transport ervan over de weg is overbodig. Op het werk wordt de onverdunde dispersie in een juiste verhouding aan het aanmaakwater toegevoegd. Dat brengt wel de kans van fouten met zich mee. Mede daarom zijn er tegenwoordig ook mortels, waarbij het polymeer al in droge vorm in de zak aanwezig is. Aan de droge mortel hoeft dan alleen nog water te worden toegevoegd.

Als het water waarin de polymeerdeeltjes zijn opgelost verdwijnt, vloeien de polymeerbolletjes ineen. Dit wordt filmvorming genoemd. Het water verdwijnt door:
- verdamping van het aanmaakwater;
- hydratatie van het cement;
- onttrekking van vocht door een zuigende ondergrond.

Zijn voldoende polymeerbolletjes aanwezig dan ontstaat een doorlopend stelsel van kunsthars omgeven door cementsteen. De kunsthars vult als het ware de ruimten in het zand-cementskelet verder op. Wat voldoende is, hangt natuurlijk af van de open ruimten (porositeit) van een materiaal. Bij beton is meestal een goede dichting haalbaar. De porositeit is immers betrekkelijk laag waardoor een dichter materiaal ontstaat. Daardoor neemt de duurzaamheid toe.
Een cementgebonden dekvloer heeft een veel grotere porositeit, tot wel 40% V/V. Gelet op het vaste stofgehalte en de hoeveelheid die meestal wordt toegepast, levert het toevoegen van polymeren geen volkomen 'dicht' materiaal op. Het effect zit dan ook meer in de mechanische eigenschappen.



Afb. 14: Effect polymeertoevoeging
(Bron: Cursusdictaat Betononderhoudskundige, Betonvereniging)

Vaak hebben polymeertoevoegingen een positef effect op mechanische eigenschappen. Kunstharsen zijn in verhouding tot cementsteen meer elastisch en hebben soms een hogere treksterkte. Door polymeren aan een cementgebonden specie toe te voegen, wordt de cementgebonden mortel meer elastisch.

De kans op scheurvorming of onthechting neemt af, doordat:
- de treksterkte van de mortel toeneemt;
- de elasticiteitsmodulus daalt;
- de scheurvorming door krimp wordt beperkt.

Toevoegen van polymeren heeft ook positieve effecten in de uitvoering.
- Polymeren zijn beter in staat een ondergrond 'te bevochtigen' dan water. Water heeft enige moeite om een zeer droge ondergrond te bevochtigen. Denk aan het sproeien van de tuin in een droge zomer. Het water trekt niet direct in de bodem. Polymeerdispersies zijn wel in staat direct te 'hechten' aan een droge ondergrond. Vandaar dat deze producten veel worden toegepast als voorstrijklaag voor vloeren en stukadoorswerk.
- Polymeren zijn relatief kleine bestanddelen, waardoor er meer contactpunten zijn met het oppervlak. Dit heeft een positief effect op de hechting.
- Polymeertoevoegingen zorgen ervoor dat de specie beter vocht kan vasthouden. Dat voorkomt dat de mortel te sterk uitdroogt als er geen nabehandeling plaatsvindt. (Wat in de praktijk eerder regel dan uitzondering lijkt.)

4.2 Toeslagmateriaal

4.2.1 Toeslagmateriaal als bepalende factor

Het toeslagmateriaal, en dan vooral de opbouw daarvan, vormt een belangrijk vertrekpunt voor het bereiken van een bepaalde kwaliteit. Dit hangt samen met het gegeven dat de opbouw van het zand bepalend is voor onder meer:
- de porositeit van de mortel;
- de benodigde hoeveelheid bindmiddel om de korrels aan elkaar te kitten;
- de waterbehoefte (bij cement, calciumsulfaat en magnesiet).

Juist deze aspecten bepalen weer de sterkte, de kans op scheuren en de prijs. Daarom gaan we in deze paragraaf uitvoerig in op het toeslagmateriaal en de opbouw.

4.2.2 Soorten toeslag

In dekvloeren worden verschillende soorten toeslagmateriaal gebruikt. Het grootste deel bestaat uit zand en fijn grind. Om bepaalde eigenschappen van de dekvloer te veranderen, worden op beperkte schaal ook wel andere toeslagmaterialen gebruikt, bijvoorbeeld:
- kurk voor nagel-/spijkerbare dekvloeren;
- lichte toeslagmaterialen voor isolatielagen, natuurbims, geëxpandeerde klei, leisteen of polystyreen.

Gezien de specifieke toepassing gaan we op deze toeslagmaterialen niet verder in.

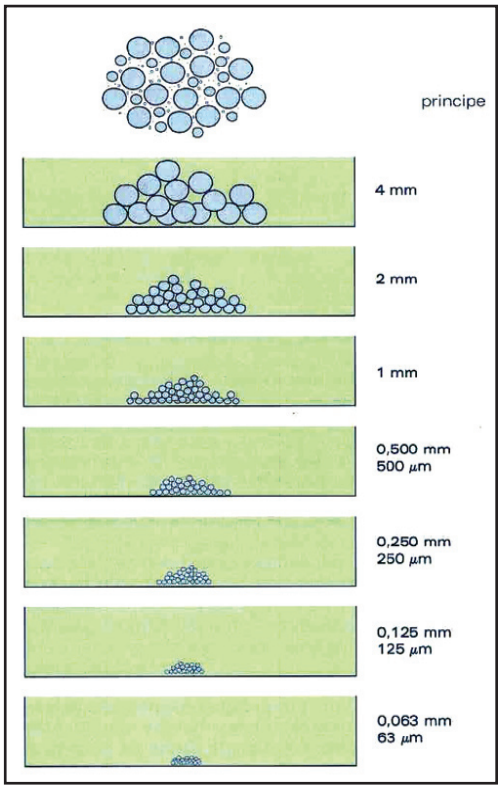
Voor zand worden vaak verschillende benamingen gebruikt zonder dat het altijd even duidelijk is wat ermee wordt bedoeld. Enkele veel gebruikte namen zijn afgeleid van het gebruik, zoals betonzand, metselzand, vloerenzand en voegzand. Andere zijn meer gekoppeld aan het uiterlijk of de vorm, zoals klapzand, scherpzand, schelpzand, duinzand en zilverzand.
Nadeel van al deze aanduidingen is dat ze vaak weinig over het zand zeggen. Hooguit wordt verwezen naar het

gebruiksdoel, zoals vloerenzand voor de aanleg van cementdekvloeren. Wordt zand uitsluitend onder één van de genoemde namen besteld, dan kunnen er per levering sterke verschillen zijn in bijvoorbeeld korrelopbouw. Dit merk je direct bij de verwerking van species met eenzelfde zand-cementverhouding en hoeveelheid water. De ene specie is gemakkelijk glad te spanen, terwijl de andere met geen mogelijkheid is af te werken.

Het is beter zand te classificeren op basis van korrelgrootte en korrelgrootteverdeling. Een korrelgroep wordt gedefinieerd als een verzameling korrels, die grotendeels blijft liggen tussen twee genormaliseerde zeven. Onderscheiden worden:
- zand: 0-1, 0-2, 0-4;
- grind: 2-8, 4-16, 4-32, 16-63.

Nu zegt een korrelgroep op zich nog niet veel. Belangrijk is ook de verdeling van de korrel, grootte binnen een bepaalde korrelgroep. De zogenaamde fijnheidsmodulus geeft een indruk van deze verdeling. Deze fijnheidsmodulus wordt bepaald door het zand uit te zeven op zeven met een verschillende maaswijdte.

Omwille van eenduidigheid is in de Nederlandse normen een aantal standaard zeven vastgelegd. Ook de zeven die moeten worden gebruikt voor het bepalen van de fijnheidsmodulus liggen vast. Het betreft zeven met een maaswijdte van: 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,500 mm, 0,250 mm, 0,125 mm en 0,063 mm (zie afb. 15).

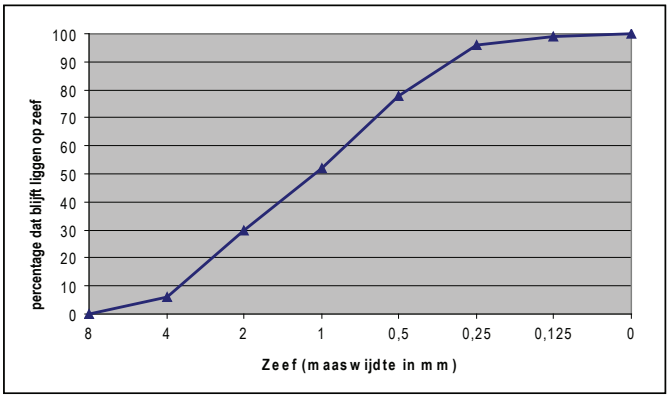


Afb. 15: Principe zeefanalyse

Een hoeveelheid toeslagmateriaal (tenminste 500 gr voor zand) wordt uitgezeefd. De massa op elke zeef wordt bepaald en uitgedrukt in een percentage van het totaal. Al deze percentages tot en met de zeef 0,125 mm worden bij elkaar opgeteld (cumulatieve zeefrest). Door de som te delen door 100 ontstaat een getal dat als fijnheidmodulus wordt aangeduid. In tabel 12 is een voorbeeld opgenomen. Enigszins verwarrend is dus dat de fijnheidmodulus afneemt naarmate het materiaal fijner wordt. Een grof materiaal heeft dus een hoge fijnheidmodulus, een fijn materiaal een lage.

Tabel 12: Voorbeeldberekening fijnheidsmodulus

Zeef	Zeefrest zand in gram			In procenten	
(NEN 2560)	1e monster	2e monster	gemiddeld	per zeef	cumulatief
C8	0	0	0	0	0
C4	60	54	57	5,7	6
2 mm	240	250	245	24,5	30
1 mm	208	218	213	21,3	52
0,500 mm	276	260	268	26,8	78
0,250 mm	170	180	175	17,5	96
0,125 mm	36	30	33	3,3	99
Rest	10	8	9	0,9	-
Totaal	1000	1000	1000	100	361
Fijnheidsmodulus					3,61



Afb. 16: Grafische weergave korrelverdeling volgens tabel 12

Dit ene getal geeft dus een indruk van de opbouw van het toeslagmateriaal. Het is echter mogelijk dat verschillende percentages eenzelfde getal opleveren. Een echt goed beeld van de opbouw van het zand krijg je door de cumulatief gevonden percentages grafisch uit te zetten. Dit levert een zeefkromme op (zie afb. 16).

4.2.3 Verontreinigingen

Het toeslagmateriaal mag uiteraard niet verontreinigd zijn. Mogelijke verontreinigingen zijn:

- slib of klei
  Deze fijne delen (kleiner dan 0,063 mm) hebben tenminste twee negatieve gevolgen. Fijn materiaal heeft een hoog 'specifiek' oppervlak. Hierdoor moet in verhouding veel water worden toegevoegd om het mengsel te kunnen verwerken. Een ander nadeel is dat de slib- en kleiverontreinigingen vaak op het oppervlak van het toeslagmateriaal te vinden zijn. Het bindmiddel dat de losse zandkorrels aan elkaar moet kitten, hecht daardoor niet goed aan het toeslagmateriaal. Dit gaat ten koste van de sterkte.

- zwellende klei
  Door vochtopname zetten de kleideeltjes uit, waardoor de mortel uit elkaar wordt gedrukt. Dit leidt tot schade.

- humus
  Humus (plantenresten/organisch materiaal) in het toeslagmateriaal kan de binding en/of verharding van de mortel vertragen door de vorming van zuren. Ook kan de mortel er door verkleuren. Met name bij natuursteenvloeren is dit ongewenst.

- houtdeeltjes/koolresten
  Door de lage hardheid en een mogelijke uitzetting (hout) leidt dit vooral aan het oppervlak tot schade.

- chloride
  Een te hoog chloridegehalte kan leiden tot roesten (putcorrosie) van metalen delen in de dekvloer.

- vlekvormige bestanddelen (ijzer)
  Dergelijke bestanddelen kunnen bijvoorbeeld vlekken in de vloerafwerking (wit marmer) veroorzaken.

In de norm voor toeslagmaterialen voor mortel (NEN-EN 13139) zijn dan ook eisen gesteld aan de zuiverheid van het toeslagmateriaal.

4.2.4 Vochtgehalte

Een ander aandachtspunt is het vochtgehalte van het zand. Belangrijkste reden is dat dit bepaalt hoeveel zand nodig is voor de gewenste verhouding. In mindere mate is dit van belang voor de hoeveelheid water die nog moet worden toegevoegd. Hierop kan eenvoudig worden gecorrigeerd.

De ruimte die een hoeveelheid zand inneemt, wordt sterk beïnvloed door het vochtgehalte. Wordt aan droog zand water toegevoegd, dan zal het gewicht per kubieke meter eerst afnemen. Later stijgt het gewicht weer iets. Het veranderende volume wordt veroorzaakt door de waterfilm die rond de droge korrel wordt gevormd. Wordt meer water toegevoegd, dan zullen ook de holle ruimten tussen de korrels met water gevuld worden. Omdat lucht minder zwaar is dan water neemt de massa dan weer toe. Doordat het water dat geen holle ruimten meer kan vullen vervolgens de korrels van elkaar afduwt, gaat het zand in het water 'zweven' waardoor ook het volume toeneemt.

De volumetoename bij het bevochtigen van droog zand is afhankelijk van de fijnheid van het zand. Bij grof zand zal het effect minder zijn dan bij fijn zand. Voor fijn zand (fijnheidsmodulus 1,5) kan de volumieke massa bij 5% vocht wel 20% minder zijn in vergelijking met droog materiaal. Bij bestellen op volume, wat gebruikelijk is, wordt in dit geval maximaal 20% minder zand geleverd als het nat wordt aangevoerd in vergelijking met de levering van volkomen droog materiaal. Als er geen rekening is gehouden met de levering van vochtig zand dan kan dat dus tot een 'tekort' op het werk leiden.

4.2.5 Korrelverdeling

Eén van de belangrijkste aandachtspunten bij het samenstellen van dekvloermortels is de opbouw van het toeslagmateriaal. De korrelopbouw van het zand heeft een aantal belangrijke effecten.

Zo bepaalt de korrelopbouw:
- het specifieke oppervlak;
- het aandeel holle ruimten.

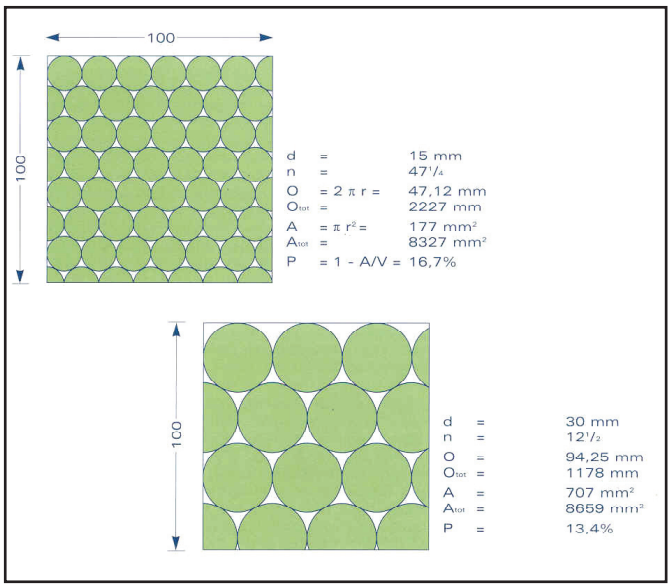
Deze aspecten bepalen op hun beurt weer:
- de waterbehoefte;
- de hoeveelheid cement die moet worden toegevoegd en dus de mate van krimp en eindsterkte.

Het specifieke oppervlak is gedefinieerd als de omtrek van de korrels, gedeeld door het volume dat de korrels innemen (m^2/m^3). Het specifieke oppervlak van grof materiaal is lager dan dat van fijn materiaal. Dit gaat extreem hard. Het specifieke oppervlak van fijn zand (fijnheidsmodulus 1 tot 1,5) bedraagt ongeveer 16.500. Voor grof zand, fijnheidsmodulus 2 tot 3, is dit nog maar circa 200.

Een toename van het specifieke oppervlak heeft een aantal belangrijke gevolgen.
- Water heeft de eigenschap dat het op het oppervlak van de korrels wil gaan zitten. Een groter korreloppervlak leidt dus tot een grotere waterbehoefte. Er is meer water nodig voor eenzelfde verwerkbaarheid van de specie.
- Belangrijk is ook dat de hoeveelheid bindmiddel die nodig is voor het aan elkaar lijmen van de korrels sterk toeneemt. Het is immers onbegonnen werk alleen de contactpunten tussen de korrels te voorzien van 'lijm'. Daarom wordt het gehele oppervlak omhuld met lijm. Uitgaande van het specifieke oppervlak voor fijn en grof zand, zoals hiervoor genoemd, is voor het fijne materiaal 8 maal zoveel lijm nodig.
- Meer bindmiddel en meer water resulteert in meer krimp en een grotere kans op schade.

Een fijn toeslagmateriaal oogt visueel dichter van structuur. De werkelijkheid is echter anders (zie afb. 17). Een voorbeeld toont dit aan. Het huidige zand voor dekvloeren bestaat voor het merendeel altijd uit mineraal kwarts (SiO2). Kwarts heeft een volumieke massa van ongeveer 2.650 kg/m^3. Het zand heeft, los gestort, een aanzienlijk lagere, volumieke massa. Het zogenaamde stortgewicht bedraagt voor droog zand ongeveer 1.400 tot 1.600 kg/m^3.

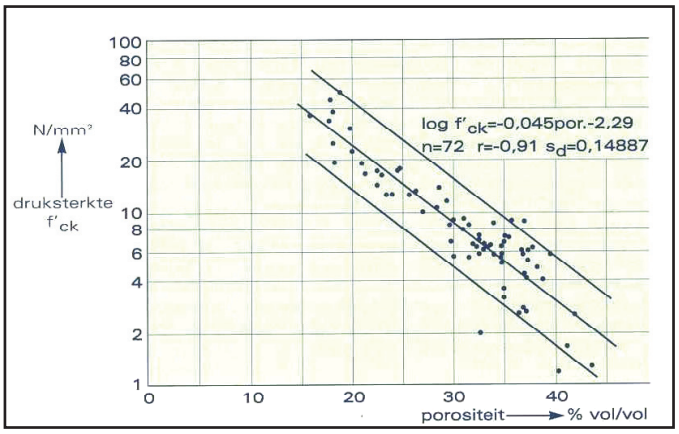
Het stortgewicht neemt af naarmate het toeslagmateriaal meer fijn materiaal bevat. Het verschil in massa tussen het oorspronkelijke rotsblok en het droge zand wordt veroorzaakt door de holle ruimte in het mengsel.
Uitgaande van een stortgewicht van 1.400 kg/m^3 zit er maar liefst 47% holle ruimte in het toeslagmateriaal. Er geldt namelijk:



Afb. 17: Verschil tussen fijn en grof toeslagmateriaal

$$\frac{Volumegewicht - stortgewicht}{volumegewicht} \cdot 100 = \frac{2650 - 1400}{2650} \cdot 100 = 47\%$$

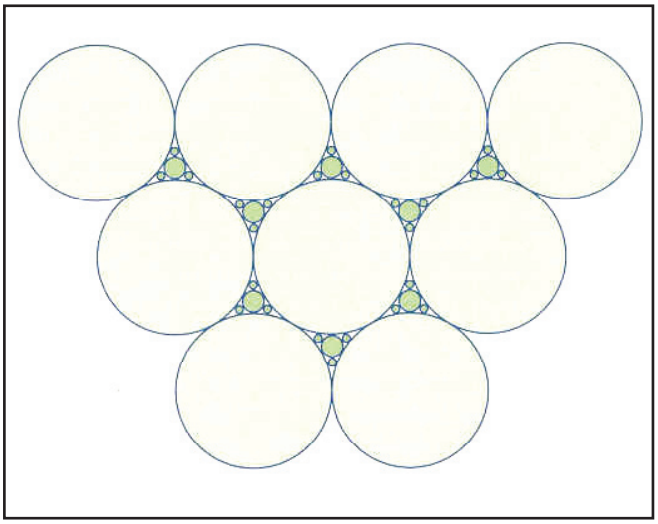
Overal waar lucht zit, zit geen 'sterkte'. De sterkte-eigenschappen van dekvloermortels nemen daarom af naarmate het toeslagmateriaal fijner wordt (afb. 18). Om hoge druksterkten te krijgen, moet dan ook een zo grof mogelijk toeslagmengsel worden gebruikt.



Afb. 18: Waar lucht zit, zit geen sterkte

De hoeveelheid holle ruimte is bij korrels van gelijke afmetingen het grootst. Om het luchtgehalte van een dergelijk mengsel te verkleinen, kan de ruimte tussen korrels worden opgevuld met kleinere korrels. In de ruimte tussen korrels met eenzelfde

grootte past een korrel die ongeveer 0,15 keer zo groot is.
Door een materiaal op deze wijze samen te stellen, met behulp van fracties, kan een zeer dicht materiaal worden verkregen. Omdat het bindmiddel de 'ruimten' tussen de korrels nu niet meer hoeft te dichten, kan ook het bindmiddelgehalte dalen.



Afb. 19: Goede korrelverdeling is belangrijk

Om prijstechnische redenen wordt bij dekvloeren gebruik gemaakt van mengsels, waarbij de korrels zoveel mogelijk continu zijn verdeeld. Dat wil zeggen dat in dit mengsel korrels voorkomen van uiteenlopende grootte. Bij een discontinu mengsel (het optimale mengsel) is sprake van diverse korrelgroepen die worden gecombineerd, zodat een zo dicht mogelijke pakking wordt verkregen. Toepassen van een discontinu mengsel is echter kostprijsverhogend, omdat er met geselecteerde korrelgroepen moet worden gewerkt.
Bij een continu mengsel is het van belang een zo groot mogelijke korrel te gebruiken. De kans dat dan een korrel aanwezig is met voldoende kleine afmetingen is dan het grootst. Voor speciale producten, zoals lijmen en reparatiemortels, kan vaak wel van een meer uitgekiend, discontinu mengsel worden uitgegaan.

Om een bepaalde fijnheidsmodulus te krijgen kunnen twee toeslagmaterialenmengsels worden gecombineerd. De verhouding tussen beide wordt bepaald door de fijnheidsmodulus van beide mengsels. De fijnheidsmodulus van een toeslagmaterialenmengsel, samengesteld uit een toeslagmateriaal A en B met een fractie 'a' (m/m) van het materiaal A, kan eenvoudig als volgt worden berekend:

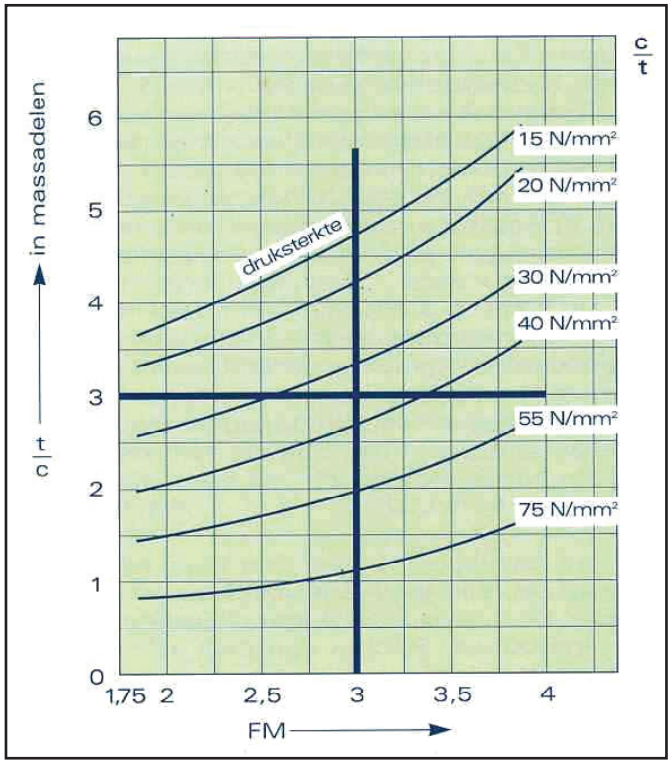
$$F_{m,AB} = a \times F_{m,A} + (1-a) \times F_{m,B}$$

De combinatie van 30% fijn zand met een fijnheidsmodulus van 1,6 en 70% grof zand met een fijnheidsmodulus van 3,4 levert dus een zandmengsel op met een fijnheidsmodulus van:

$$0{,}3 \times 1{,}6 + 0{,}7 \times 3{,}4 = 2{,}86.$$

Voor betonzand en -grind is de opbouw van het toeslagmaterialenmengsel genormeerd. Tot op heden ontbreekt voor vloerenzand een dergelijke samenstellingseis. Wel hebben leveranciers van droge en natte mortels zelf een 'ideale' opbouw vastgesteld. In de praktijk betekent dit dat het toeslagmaterialenmengsel 'vloerenzand' binnen zeer brede banden kan variëren. Bij het werken met dit zand vertaalt dit zich door een mortel die de ene keer wel lekker smeert en de andere keer met geen mogelijkheid is te verwerken.
Het is daarom zinvol om na te gaan met welke korrelopbouw een werk goed te maken is. Dit kan eenvoudig door van het zand een zeefanalyse te (laten) maken. Bij een volgend werk kan dan op samenstelling worden besteld of kan eigenhandig de optimale verhouding worden samengesteld.

In NEN 2741 van 1982 stond vermeld welke verhouding bindmiddel:toeslag nodig was bij een bepaalde fijnheidsmodulus van het zand om een bepaalde sterkte te bereiken (zie afb. 20).
Deze criteria zijn in de huidige NEN 2741 niet meer terug te vinden. Reden is dat de eigenschappen van de specie en wijze van verwerken, op grond waarvan de grafiek is afgeleid, in de praktijk niet altijd werden gerealiseerd. Zo is uitgegaan van een aardvochtige tot plastische specie, die goed is verdicht in stalen prismabalkjes. Desondanks geeft de grafiek nog wel een goed inzicht in de relatie tussen opbouw van het zand en de hoeveelheid bindmiddel die nodig is om een zekere druksterkte te bereiken. Het ondersteunt daarmee prima de hiervoor beschreven theorie. Zichtbaar is: hoe fijner het zand, hoe meer bindmiddel, met alle gevolgen ten aanzien van kostprijs en krimp. Verwerken van een zo grof mogelijk materiaal blijft dan ook het devies indien een hoge druksterkte wordt gewenst.



Afb. 20: Indicatie relatie fijnheid toeslagmateriaal, verhouding bindmiddel : toeslag en sterkte van de mortel

4.3 Water

Aanmaakwater moet schoon zijn en mag geen schadelijke bestanddelen bevatten. In Nederland voldoet leidingwater altijd. Ander aanmaakwater moet tenminste voldoen aan de NEN-EN 1008.

4.4 Vul- en hulpstoffen

Hulpstoffen worden toegevoegd om de eigenschappen van de specie of de verharde mortel te veranderen. De dosering is daarbij vaak niet meer dan tienden van massaprocenten. Een hulpstof die in beton regelmatig wordt toegepast, is een plastificeerder. Hiermee kan eenzelfde verwerkbaarheid van de specie worden verkregen met minder water. Minder water heeft als voordeel een sterker materiaal (bij gelijkblijvend bindmiddelgehalte) en minder krimp.

Vulstoffen worden om diverse redenen toegepast. In de eerste plaats werkt een vulstof besparend op de hoeveelheid bindmiddel die nodig is. Immers waar een vulstof zit, hoeft geen bindmiddel te zitten. Bepaalde vulmiddelen, zoals silica fume en vliegas, hebben zeer kleine afmetingen ten opzichte van bindmiddel en toeslagmateriaal. Toevoegen ervan leidt tot een beter opgebouwd mengsel. Dit komt de stabiliteit van de specie en de sterkte van de mortel ten goede. Sommige vulstoffen hebben latent hydraulische eigenschappen. Dit betekent dat ze onder invloed van een hoge alkaliteit als bindmiddel gaan fungeren, waardoor de sterkte nog verder toeneemt.

Vulstoffen mogen geen stoffen bevatten waarvan de aard en het gehalte schadelijk zijn. Denk hierbij aan klei klonters, plantaardige bestanddelen, oplosbare zouten en organische stoffen. Eigenlijk kan worden gesteld dat vulstoffen tenminste even zuiver moeten zijn als het toeslagmateriaal.

5 MONOLITHISCH AFGEWERKTE BETONVLOEREN

5.1 Functioneel of mooi

Tegen betonvloeren wordt vaak verschillend aangekeken. De ene ondernemer ziet de vloer vooral als een constructie waarop moet worden gewerkt. De vloer moet functioneel geschikt zijn, het uiterlijk is minder belangrijk. De andere ondernemer ziet de vloer vooral als een visitekaartje en stelt hoge esthetische eisen aan het uiterlijk. Regelgeving schiet vaak te kort om handvatten te bieden voor het vastleggen of beoordelen van deze verwachtingen. Bovendien kan schade aan de vloer tijdens of kort na het aanbrengen roet in het eten gooien. Denk aan het verregenen van de vloer of het loskomen van toplagen.

In Nederland is voor monolithisch afgewerkte betonvloeren en –verhardingen NEN 2743 beschikbaar. De hoofdindeling in deze norm (classificatie genoemd) is gebaseerd op:
- de slijtvastheid;
- de sondetijd.

De slijtvastheid is daarbij een eigenschap van de verharde betonvloer. De sondetijd is meer van belang voor het moment van afwerken van een net gestorte betonvloer. De norm richt zich op het afwerken van de vloer en de toe te passen materialen, verwerking en nabehandeling of nabewerking.

5.2 Slijtvastheid

In het verleden werd wel gesproken over slijtlagen, die werden aangebracht om ervoor te zorgen dat de vloer juist niet slijt. Hiervoor werd de vloer ingestrooid met een mengsel van cement en toeslagmateriaal. Het toeslagmateriaal heeft daarbij een bepaalde hardheid (uitgedrukt in hardheid van Mohs) en werd op grond daarvan ook ingedeeld (zie tabel 13). Afslijten houdt overigens in dat er sprake is van stofvorming.

Echter, alleen instrooien en inwerken van een slijtvast toeslagmateriaal is niet voldoende. Nabehandeling is minstens even belangrijk. Vandaar ook dat in de huidige NEN 2743 uit 2003 het instrooien niet meer als uitgangspunt wordt gehanteerd, maar de daadwerkelijke verbetering. Hierbij worden vier klassen gehanteerd (zie tabel 14).

Groep	Soort toeslagmateriaal	Mohs-hardheid
N	graniet	6 of 7
	basalt kwarts (zand) kwartsiet porfier chroomslak koperslak titaanslak gebroken harde zandsteen	
S	siliciumcarbide elektrokorund natuurkorund (amaril)	≥ 8
M	ferrosilicium staalkorrels staalsplit	≥ 5

Tabel 13:
Mohs-hardheid van enkele toeslagmaterialen en groepindeling

Tabel 14:
Maximaal toelaatbare afslijting bij Amsler slijtproef
(NEN 2874)

Slijtvastheidsklasse	Maximaal toelaatbaar, gemiddelde afslijting mm
I	1,0
II	1,5
III	2,0
IV	geen eis

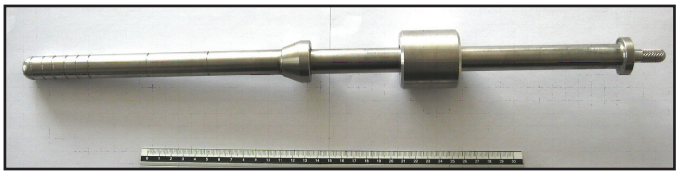
5.3 Sondetijd

In NEN 2743 is een voor monolithisch afgewerkte betonvloeren unieke classificatie opgenomen, namelijk die van de sondetijd. De sondetijd zegt iets over het moment waarop met het afwerken van de betonvloer kan worden begonnen. Bekend is dat tussen het storten en afwerken van een betonvloer veel tijd kan zitten. De ene keer 'stijft' het beton snel op, de andere keer langzaam.
De sterkte-ontwikkeling van het beton is afhankelijk van de temperatuur en het type cement. Om deze redenen speelt ook de dikte van de vloer een rol. Immers, bij de reactie van cement komt warmte vrij. Hoe dikker de vloer, hoe warmer het beton in de kern wordt.
Voor vloerenbedrijven is het moment van afwerken dus lastig te plannen. Te laat vlinderen leidt ertoe dat een slijtlaag niet goed meer kan worden ingemengd, met als mogelijk gevolg kwaliteitsverlies.

Met het opnemen van de classificatie voor de sondetijd is geprobeerd een eerste stap te zetten in het beter beheersbaar maken van het proces van storten en afwerken. De gedachte is dat een vloerenbedrijf pas beton gaat bestellen als kan worden ingeschat wanneer met afwerken wordt c.q. zal worden begonnen. Personeel kan hierop worden ingepland of de planning kan worden beïnvloed door het bestellen van een bepaald beton. Uiteraard is het lastig exact te voorspellen wanneer met afwerken kan worden begonnen. Dit is vakwerk en vereist ervaring.

De indeling die in de norm is opgenomen, is gebaseerd op tijden die zijn bepaald onder laboratoriumomstandigheden. Dat houdt in bij een nagenoeg constante temperatuur van omgeving en specie (20°C ± 2°C) en beton met een vaste dikte (circa 200 mm).
Het deelt dus als het ware betonsamenstellingen in en legt geen directe relatie naar buiten (tenzij de omstandigheden exact gelijk zijn). De sondetijd onder praktijkomstandigheden moet dan ook worden geschat, rekening houdend met deze standaardcondities.

De testmethode die gebaseerd is op de sondetijd is het bereiken van een bepaalde indringdiepte van een sonde. Deze sonde heeft voorgeschreven afmetingen en bestaat uit een staaf met een rond uiteinde en een valgewicht dat valt op een aanslag (afb. 21).



Afb. 21: Sonde gebruikt voor bepalen sondetijd

Door het gewicht (400 gr) te laten vallen over een afstand van ongeveer 250 mm, zakt de sonde in de verhardende betonspecie. De diepte is een graadmeter voor het moment van afwerken. Uit praktijkonderzoek is gebleken dat een indringing van circa 35 mm meestal een goed moment is om te starten met het afwerken van de betonvloer.

Tabel 15:
Indeling naar Sondetijd conform tabel 2 uit de NEN 2743

Klasse	Sondetijd moet liggen tussen
A	3 h en 6 h
B	5 h en 10 h
C	9 h en 16 h

5.4 Putjes door zachte bestanddelen

Betonspecie voor vloeren is zeer plastisch tot vloeibaar. Gevolg is dat zachte en lichte bestanddelen uit de specie kunnen opdrijven. Hetzelfde gebeurt met bijvoorbeeld restanten isolatiemateriaal dat niet voldoende is verwijderd. Ook kan het voorkomen dat er houtdeeltjes in de specie zitten. Als dergelijke zachte deeltjes direct onder het oppervlak komen te liggen, ontstaan er tijdens het gebruik gaatjes of putjes in het vloeroppervlak.

In grind kunnen altijd wel wat van deze zachte bestanddelen (houtdeeltjes) voorkomen Ook is het een utopie dat bij een vloer op isolatie het opdrijven van een enkel bolletje isolatie volledig kan worden voorkomen. Vandaar dat in de norm is vastgelegd dat een aantal kleine putjes mogen voorkomen (tabel 16).

Afb. 22: Beschadigingen toplaag door hout in beton (plek van deze omvang is niet toelaatbaar)

Tabel 16:
Toelaatbaar aantal onvolkomenheden van ten hoogste 50 mm^2 ontstaan door met de hand te verpulveren en/of lichte bestanddelen

Beschouwd vloeroppervlak in m2	Maximaal toelaatbaar aantal onvolkomenheden in de vloer
10	6
100	20

Wanneer aan de waarden in de tabel wordt voldaan, dan is sprake van een volgens de norm toelaatbare situatie en is er geen herstelplicht. Is het aantal groter of is de omvang van het putje groter, dan is er in principe wel recht op herstel. In principe, want een norm beperkt zich tot de technische zaken en is geen document waarin rechten en plichten worden geregeld. Dit moet in een bestek of contract gebeuren (zie 16.2). Herstellen kan vaak eenvoudig gebeuren door het uitboren van de verontreiniging en het dichten van het gat met een cement- of kunstharsmortel.

5.5 Met of zonder wapening

5.5.1 Bouwstaalmat of gevlochten wapening

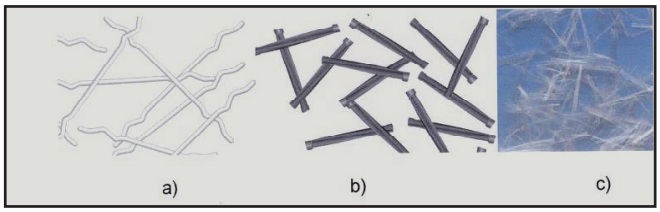
Betonvloeren kunnen met of zonder wapening worden uitgevoerd. Onder wapening wordt in dit verband een bouwstaalmat of een gevlochten wapeningsnet verstaan. Het soort wapening bepaalt onder meer de dikte van de vloer en het gebruik. Als voorbeeld verwijzen we naar tabel 17. Ook in de regelgeving voor vloeistofdichte vloeren (CUR/PBV-Aanbeveling 63) zijn eisen aan de hoeveelheid wapening opgenomen met het doel de scheurwijdte te beperken.
Wapening in de vorm van bouwstaalmatten of een gevlochten wapeningsnet voorkomt scheuren niet (zie 15.9), het beperkt slechts de scheurwijdte. Wel fungeert doorlopende wapening als een deuvel, waardoor de gescheurde vloerhelften blijven samenwerken. Een verschil in verticale vervorming op de plaats van de scheur wordt zo voorkomen.

Tabel 17: Indicatie vloerdikte betonvloeren in mm
[Bron: monolietvloeren/VOBN]

Belasting	Ongewapend	Staalvezel gewapend	Bovennet	Boven- en ondernet
Werkplaats	100-150*1	100-150	_	_
Magazijn licht	130-240	120-200	120-160	_
Magazijn middel	160-300	150-240	150-180	150-200
Magazijn zwaar	_	180-300	180-240	180-250

**1 Let op: bij vloeistofdichte vloeren gelden andere eisen (zie CUR/PBV-Aanbeveling 63)*

Bij betonvloeren wordt ook veelvuldig gebruik gemaakt van staalvezels (zie 5.5.2) en minder veelvuldig van polypropyleenvezels (zie 5.5.3).



Afb. 23: Voorbeeld van vezels: a) draadvezel, b) gegutste vezel, c) polyproyleenvezel

5.5.2 Staalvezels

Naar de vorm van de vezel is onderscheid te maken tussen;
- een rechte vezel van draad;
- een getordeerde of vervormde vezel van draad;
- een rechte draadvezel met eindverankering;
- een getordeerde, brede vezel, gegutst uit staal.

Naar wijze van produceren zijn staalvezels in te delen in (afb. 23):
- draadvezels (DV)
  Deze vezels worden geproduceerd door koudvervormde staaldraad in stukken te snijden. De vezels hebben een ronde dwarsdoorsnede. In de langsrichting zijn ze oorspronkelijk recht, maar ze worden ook geproduceerd met een profilering.
- versneden vezels (VV)
  Deze vezels worden geproduceerd door dunne staalplaat te versnijden. De vezels hebben een rechthoekige dwarsdoorsnede. In de langsrichting zijn ze oorspronkelijk recht, maar worden ook geproduceerd met een profilering.
- gefreesde of verspaande vezels (GV)
  Deze vezels worden geproduceerd door kleine stukjes staal te frezen of te verspanen van een groter geheel. Het zijn ietwat vervormde vezels met een ruwe en een gladde zijde.
- 'melt-extracted'-vezels (MV)
  Deze vezels worden geproduceerd door met een wiel dat met grote snelheid draait kleine volumes gesmolten staal uit een bad te scheppen. Die volumes worden snel afgekoeld tot vezels. Ze zijn gewrongen van vorm en kunnen diverse langs- en dwarsvormen hebben.

De gebruikelijke hoeveelheden staalvezel voor betonvloeren liggen tussen de 25 en 40 kg/m^3. Bij een vloerdikte van 200 mm komt dat neer op 6 tot 8 kg/m^2. In vergelijking met wapening gaat het dus om zeer geringe percentages. Een dubbel net van rond 8-150 mm weegt immers ongeveer 12 kg/m^2. Daarnaast zijn staalvezels willekeurig georiënteerd. Ze liggen dus schots en scheef in het beton. Dat is minder effectief dan wanneer ze allemaal in de gewenste richting zouden liggen, zoals bij het staal van wapeningsstaal wel het geval is. Willen staalvezels constructief wat betekenen, dan zullen ze al snel in hoeveelheden van 100 kg/m^3 of meer moeten worden toegepast. Dat gebeurt echter zeer zelden of nooit.
Dit alles betekent niet dat staalvezels niet een nut kunnen hebben. Vaak wordt gezegd dat ze helpen om scheurvorming door krimp tijdens de verharding en droging te voorkomen. Wel is het zo dat het ene type vezel daarbij beter zal kunnen presteren dan het andere. Immers, krimp treedt vooral op in een fase waarin het beton nog sterkte aan het ontwikkelen is. Een duidelijke verankering van de vezel is er dan nog niet, tenzij hij een bepaalde vorm heeft die daar specifiek voor zorgt.

Staalvezelbeton wordt gekenmerkt door een nascheursterkte. Dit houdt in dat het beton nog kracht kan overbrengen als het is gescheurd. Vezels worden dan ook getest en gekwalificeerd met behulp van balken die worden gebogen tot relatief sterke doorbuigingen. Doorbuigingen die in betonvloeren nimmer geaccepteerd zullen worden, nog los van de scheuren die er door ontstaan. Je zou dus kunnen stellen dat de kenmerkende eigenschap van staalvezel (krachten overbrengen bij forse vervormingen) niet wordt uitgebuit in vloeren.

5.5.3 Polypropyleenvezels

Van polypropyleenvezels wordt geclaimd dat ze plastische krimpscheuren helpen te voorkomen. De ervaringen in de praktijk zijn wisselend en het effect moeilijk te kwantificeren. Wanneer ondanks het gebruik van polypropyleenvezels toch plastische krimpscheuren ontstaan, wordt gezegd dat het er minder zijn dan zonder vezel.
Om de claim van minder plastische krimpscheuren ook aantoonbaar te maken, is CUR-Aanbeveling 35 uitgebracht. De effectiviteit van de vezel kan daarmee worden beoordeeld.

Plastische krimpscheuren zijn overigens geen enkel probleem als de vloer nog wordt afgewerkt of afgedekt. De scheurtjes zullen niet verder toenemen en zitten meestal alleen in het oppervlak.

In dekvloeren is het nut van polypropyleenvezels twijfelachtig. Het simpele feit dat het gaat om verhinderen van plastische krimp houdt in dat ze in een aardvochtig tot halfplastisch mengsel geen effect hebben. Ook vergroot dit type vezel niet wezenlijk de sterkte, zodat de vezels ook in een verhard materiaal geen nut hebben.

5.6 Esthetica, het vloeroppervlak

Onderwerpen die op het esthetisch vlak liggen, komen in contracten ten onrechte niet of slechts terloops aan de orde. Toch is het van groot belang om ook voor deze aspecten na te gaan wat eigenlijk wordt gewenst. Maar al te vaak denkt een opdrachtgever dat met het omschrijven van wat ‘technische eisen’ zoals sterkte en dikte zijn nieuwe vloer net zo wordt als die van de buurman. Helaas blijkt het maken van vloeren een lastige zaak, mede vanwege de vele invloedsfactoren op het uiterlijk en de kwaliteit van de toplaag. Denk daarbij maar eens aan de onverwachte regenbui kort na of tijdens het afwerken van de vloer. Discussiepunten zijn dan vaak kleur en kleurverschillen, structuur en ruwheid van het oppervlak en zichtbare schuurkringen van de vlindermachine.

In NEN 2743 krijgen sommige van deze esthetische aspecten wel aandacht, maar wordt er verder geen invulling aan gegeven. Des te belangrijker dus om vooraf na te gaan of het gaat om een functionele afwerking of dat er ook esthetische eisen gelden. In de norm is onder meer het volgende vastgelegd.

- Esthetische aspecten, glans- en tintverschil
  Aan het uiterlijk van de vloer worden geen nadere eisen gesteld.
- Scheuren
  Er zijn geen nadere eisen gesteld aan de scheurwijdte.
- Staalvezels
  Bij het toepassen van staalvezels worden geen eisen gesteld aan de hoeveelheid staalvezels die zichtbaar zijn aan het oppervlak.
- Stofvorming
  Aan de mate van stofvorming zijn geen eisen gesteld.

Worden bovengenoemde aspecten wel belangrijk gevonden, dan verdient het aanbeveling hiervoor grenswaarden en beoordelingsmethoden vast te leggen.

5.7 Nabehandelen en beschermen

5.7.1 Nabehandelen

Het monolithisch afwerken van een betonvloer is een proces waarin vele factoren het uiteindelijke resultaat bepalen. Bij vloeren buiten kunnen weersomstandigheden een nadelig effect hebben op de vlakheid van de vloer. Ook bestaat er gevaar op het inwaaien van vuil, zand of zelfs stappen van vogels in de verse specie. Binnen, in een gesloten hal, zijn de omstandigheden beter beheersbaar.
Waar wel direct invloed op uitgeoefend kan worden en wat niet onbelangrijk is voor de eigenschappen van de toplaag, is het nabehandelen. Nabehandelen is het voorkomen van het verdampen van water uit de betonspecie en kan plaatsvinden door:

- nat houden van het oppervlak met water
  Daarbij moet ervoor gezorgd worden dat het oppervlak volledig en permanent vochtig is. Natuurlijk mogen geen beschadigingen aan het betonoppervlak ontstaan door het opspuiten van water. Bij kans op nachtvorst wordt het nabehandelen met water ontraden. Ook moet worden voorkomen dat warme betonoppervlakken plotseling worden afgekoeld door het opspuiten van water.

- afdekken van het oppervlak met een dampremmende folie
  Als dampremmend materiaal komen kunststoffolies (dikte tenminste 0,05 mm) of vergelijkbare materialen

zoals dekzeilen in aanmerking. Als er naden zijn dan moeten deze elkaar tenminste 50 mm overlappen. Hierbij moeten maatregelen worden genomen om te voorkomen dat lucht onder het afdekmateriaal komt of dat het wegwaait. Wordt het dampremmend materiaal verhoogd aangebracht, zorg er dan voor dat er geen luchtverplaatsing kan optreden tussen het materiaal en het betonoppervlak. Anders zal het ontstane condenswater dat afkomstig is uit het beton worden weggeventileerd.

- toepassen van een nabehandelingsmiddel (ook wel curing compound genoemd)
  Een nabehandelingsmiddel kan gebaseerd zijn op een kunsthars of paraffine. Het is belangrijk een voldoende gesloten laag aan te brengen van voldoende dikte. Soms kan het zelfs noodzakelijk zijn de behandeling te herhalen. De prestatie van een nabehandelingsmiddel wordt bepaald met een proef die in NEN 2743 is omschreven. Hierbij wordt het vochtvasthoudend vermogen bepaald. Dit moet gedurende de nabehandelingstijd tenminste 70% bedragen. Het is dus van belang te weten wat de prestatie is die het middel kan leveren en daarop de behandeling af te stemmen.

Nazorg voor wat de nabehandeling betreft is belangrijk en moet geregeld worden. Voor veel nabehandelingsmiddelen kan het bij een lange nabehandelingstijd noodzakelijk zijn de behandeling nog eens te herhalen. In de praktijk gebeurt dit echter zelden en wordt éénmaal een nabehandelingsmiddel aangebracht in het vertrouwen dat dit afdoende zal zijn. De norm regelt echter dat periodiek gecontroleerd moet worden of de nabehandeling nog voldoende functioneert. Het is dus geen kwestie van opbrengen en wegwezen, zonder dat geregeld is wie de werking nog controleert. Overigens geldt dit ook voor het toepassen van folie en water. Ook hierbij zal regelmatig gecontroleerd moeten worden of bijvoorbeeld de folie nog aanwezig is.

De duur van de nabehandeling is weergegeven in tabel 18. Daarbij geldt dat deze tijden zijn gebaseerd op het bereiken van een goede toplaag. Het kernbeton is voor zijn eigenschappen minder afhankelijk van de nabehandeling. Deze wordt immers beschermd door de laag beton erboven. De nabehandelingstijd is afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de gemiddelde etmaaltemperatuur gedurende de nabehandeling. Er moet worden uitgegaan van de laagste etmaaltemperatuur die gemiddeld gedurende de nabehandelingstijd kan worden verwacht. Eventueel kan de duur worden gecorrigeerd op basis van de werkelijk gemiddelde etmaaltemperatuur.

Een voorbeeld.
Stel dat gedurende 6 dagen na het storten en afwerken sprake is van een gemiddelde etmaaltemperatuur van 0-5°C. Er is dan 50% van de benodigde nabehandelingstijd van 12 dagen verstreken. Stijgt nu de temperatuur en wordt de gemiddelde etmaaltemperatuur 5-10°C, dan zou aanvankelijk 8 dagen nabehandeld moeten worden. Omdat nog 50% resteert, geldt dat nog 4 dagen moet worden nabehandeld.

Wanneer er groot belang wordt gehecht aan het beperken van de stofafgifte van de monolithisch afgewerkte betonvloer, dan is het zaak langer na te behandelen. De in tabel 18 genoemde nabehandelingstijden worden dan met tenminste drie dagen verlengd.

Tabel 18: Nabehandelingstijd in relatie tot etmaaltemperatuur

Etmaaltemperatuur in °C	0 – 5	5 – 10	10 – 15	≥ 15
Minimaal aantal dagen nabehandeling	12	8	6	5

5.7.2 Beschermen

Met beschermen worden alle maatregelen bedoeld die moeten voorkomen dat de afgewerkte vloer beschadigd raakt.

Dit kunnen maatregelen zijn om:
- te voorkomen dat het beton te sterk afkoelt, waardoor een groot temperatuurverschil ontstaat of zelfs vorstschade;
- te voorkomen dat oneigenlijke voorwerpen in de verse specie vallen. Dit kan bijvoorbeeld nodig zijn wanneer in het najaar een buitenvloer wordt gestort in de nabijheid van eikenbomen.

De materialen die worden ingezet mogen geen vocht onttrekken aan de betonspecie, geen ongewenste oppervlaktestructuren opleveren, niet leiden tot vlekvorming aan het oppervlak en niet leiden tot beschadiging van het oppervlak. Omdat dit alles zeer moeilijk te realiseren is, wordt een monolithisch afgewerkte betonvloer zelden beschermd. Ook niet als het eigenlijk zou moeten.

Beton bereikt normaal redelijk snel een hardheid, waarbij de kans op beschadigingen kleiner wordt. Volgens de norm hoeven beschermende maatregelen dan ook maar tenminste gedurende de eerste nabehandelingsdag te worden gehandhaafd. Als de bescherming bedoeld is om vorstschade te voorkomen, dan moet dit worden gehandhaafd totdat het beton een sterkte heeft bereikt van 5 N/mm^2 of meer.

Ook voor het beschermen geldt dat goed moet worden vastgelegd wie verantwoordelijk is voor het aanbrengen en in stand houden van de maatregel.

5.8 Bestellen van beton

Goed gereedschap is het halve werk. Een bekende uitdrukking die in zekere zin ook vertaald kan worden naar vloeren. Met name betonvloeren die in het werk worden vervaardigd kennen wisselende omstandigheden waaronder de vloer wordt verwerkt. Ook kan de opdrachtgever specifieke eisen hebben, zoals het toepassen van pigment, staalvezels of een bepaalde structuur. Om tot een meer systematische bestelmethode te komen heeft de VOBN in samenspraak met de NOA een bestelformulier voor monolietvloeren ontwikkeld. Het gaat hierbij vooral om het vastleggen van afspraken en gegevens tussen het vloerenbedrijf en de betoncentrale. Het vloerenbedrijf zal dus samen met de betoncentrale moeten bewaken dat ook de eisen van de klant hierin worden betrokken. Dit uiteraard voor zover het van invloed is op de te bestellen betonmortel.

Aspecten die bijvoorbeeld aan de orde komen zijn:
- de samenstelling of eigenschappen van de specie die geleverd moet worden;
- de hoeveelheid en verdeling van de specie over verschillende leveringen;
- de weersomstandigheden die zullen gelden (binnen- of buitenstort);
- de ondergrond (zandbed, puinbed of overlaging (druklaag));
- de wijze van verwerken (storten kubel of pomp).

5.9 Aandachtspunten voor de uitvoering

In de norm is nog een aantal andere voorwaarden opgenomen voor de uitvoering.
- Wordt de vloer binnen aangebracht, dan moet deze ruimte vorstvrij, waterdicht en zoveel mogelijk tochtvrij worden gehouden.
- Wordt de vloer buiten gestort dan moet natuurlijk rekening worden gehouden met de kans op neerslag en bevriezen. Zo nodig moeten beschermende maatregelen worden genomen.
- Met het afwerken van de vloer mag niet eerder worden begonnen dan nadat het eventuele 'bleedingwater' is verwijderd of verdampt.
- De beschikbare capaciteit voor het afwerken (vlinderen) van de vloer moet afgestemd zijn op de hoeveelheid gestort vloeroppervlak.
- Indien strooimateriaal is voorgeschreven, dan mag dit strooimateriaal pas worden opgebracht nadat het betonoppervlak is voorgeschuurd.

5.10 Ontwerp en berekeningen

5.10.1 Grondslagen

In diverse documenten wordt ingegaan op het berekenen van betonvloeren. Als voorbeeld wordt genoemd:
- CUR-Aanbeveling 36 "Ontwerpen, berekenen en detailleren van bedrijfsvloeren van constructief beton";
- CUR-Aanbeveling 111 "Staalvezelbeton bedrijfsvloeren op palen. Dimensionering en uitvoering";
- CUR/PBV-Aanbeveling 65 "Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton".

Ook zijn enkele numerieke programma's beschikbaar. Het meest bekend is wel het programma Floor®. Dit is een rekenprogramma gebaseerd op CUR-Aanbeveling 36. Met dit programma kunnen ongewapende betonvloeren en vloeren met wapening en staalvezelbeton worden berekend. Het programma voert controleberekeningen uit, rekening houdend met de afmetingen van de vloer en de aanwezigheid van voegen met of zonder deuvels. Alle mogelijke uitwendige belastingen kunnen worden ingevoerd. Of het nu gaat om lijnlasten, puntlasten of een gelijkmatige belasting. Mobiele lasten worden vertaald in de duur en het aantal lastwisselingen (in verband met vermoeiing). Ook wordt in het programma rekening gehouden met verhinderde, opgelegde vervorming door krimp en temperatuur.

Voor een goede berekening moeten de volgende gegevens bekend zijn.
- De stijfheid van de ondergrond, uitgedrukt in k-waarde (beddingsconstante).
- De optredende belastingen.
- Het al dan niet gewapend zijn van de vloer en de ligging van de wapening.
- Eigenschappen van het beton, zoals sterkteklasse, krimp- en kruipgedrag.

5.10.2 Berekening geen noodzaak

Overigens is over het berekenen van een betonvloer op een zandpakket het nodige te zeggen. Immers, als de betonvloer direct wordt ondersteund, is het niets anders dan bij een stoep of straatklinker die buiten wordt toegepast. Ook hier rijdt verkeer overheen en er is niemand die vraagt of de tegels of klinkers wel berekend zijn. Fundamenteel punt is dan ook dat onze bouwregeling (Bouwbesluit) eisen stelt aan constructies, die een constructieve functie moeten vervullen of waarvoor de veiligheid en bruikbaarheid van belang is. Bij een betonvloer op een zandpakket spelen deze zaken niet. Bij een verdiepingsvloer wel.

Berekeningen zijn dan formeel ook niet nodig bij een vergunning. Het Bouwbesluit benoemt dit niet, terwijl sommige gemeenten er wel naar vragen. Enig doel is een voldoende duurzame vloer te krijgen met niet meer en geen bredere scheuren dan gewenst. De soms gehanteerde term ‘constructieve betonvloer’ is dan ook misleidend en roept onnodig de reactie op dat een berekening nodig is.

6 TERRAZZO

6.1 Inleiding

Bij terrazzo is onderscheid te maken tussen de cementgebonden terrazzovloeren en de relatief nieuwe, kunstharsgebonden terrazzovloeren. Het verschil zit hem in het bindmiddel en een duidelijk andere werkwijze en, volgens sommigen, een wat andere uitstraling. In dit boek zal alleen op terrazzo als vloer worden ingegaan. Terrazzo wordt namelijk ook toegepast voor allerlei andere bouwdelen en voorwerpen, zoals aanrechtbladen en wasbakken.

Traditioneel terrazzo is een zeer oude techniek. Het komt feitelijk neer op een beton-/mortelmengsel dat wordt samengesteld uit al dan niet speciaal geselecteerd toeslagmateriaal. Na uitharden van de specie wordt het oppervlak doorgaans geslepen. Hierbij ontstaat een glad en in meer of mindere mate glanzend oppervlak, waarbij het toeslagmateriaal in het zicht komt. Slijpen is echter geen noodzakelijke voorwaarde om het als terrazzo aan te merken. Ook vloeren met een uitgewassen toplaag worden gerangschikt onder terrazzowerk.

Bij traditioneel cementgebonden terrazzovloeren is sprake van een tweelaags systeem, waarbij op een draagvloer eerst een tussenlaag wordt aangebracht en vervolgens daarop een toplaag. Het eventueel speciaal geselecteerde toeslagmateriaal hoeft dan alleen in de toplaag aangebracht te worden.

Tegenwoordig worden ook ‘gewone’ betonvloeren gemaakt. Daarmee komt terrazzo ook binnen het bereik van bedrijfsruimten en -hallen. Als geen speciaal toeslagmateriaal gewenst is, kan de betonvloer zoals gebruikelijk worden gestort en afgeslepen. Zijn wel speciale toeslagmaterialen geselecteerd dan wordt ook een betonvloer veelal in twee lagen gestort, zodat de relatief dure toeslag alleen in de bovenste laag aangebracht hoeft te worden.

Een traditionele, cementgebonden terrazzovloer is door de tussenlaag en toplaag al snel enkele tiental millimeters dik. Is deze ruimte er niet, maar is er toch een terrazzovloer gewenst dan kan gekozen worden voor een kunstharsgebonden terrazzovloer. Daarmee zijn laagdikten tot 10 mm mogelijk.

6.2 Cementgebonden terrazzo (zonder vloerverwarming)

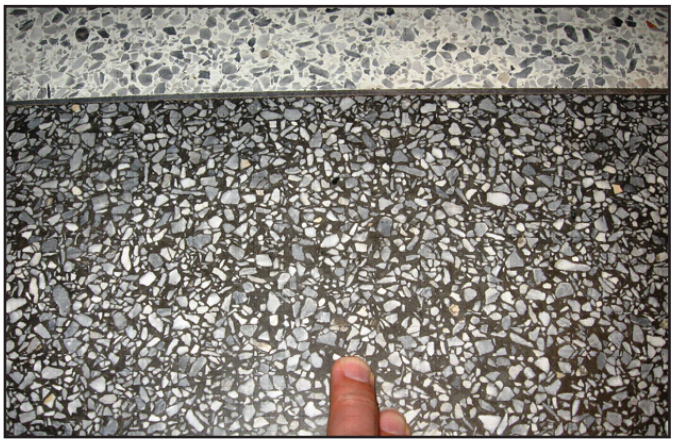
6.2.1 Genormeerd

In Nederland is NEN 1042 “In het werk vervaardigde vloeren – kwaliteit en uitvoering van cementgebonden terrazzovloeren” uit 2001 beschikbaar. Deze norm beschrijft hoe dit type vloer wordt gekenmerkt (geclassificeerd). Verder gaat het in op de grondstoffen, stelt het eisen aan de tussenlaag en toplaag en stelt het voorwaarden aan de uitvoering. Een aantal aspecten uit deze norm worden hier besproken en toegelicht.

NEN 1042 hanteert de volgende aspecten voor het overeenkomen van een terrazzovloer:
- esthetica
- slijtvastheid
- ruwheid toplaag
- oppervlaktebewerking

6.2.2 Esthetische eisen

Omdat het uiterlijk van een terrazzovloer zich moeilijk in woorden laat vatten, is het gebruikelijk dit uiterlijk overeen te komen op basis van een monster. Van belang daarbij is af te spreken wat de toleranties zijn, omdat een vloer in het werk natuurlijk nooit volkomen hetzelfde zal zijn als een monster. Aandachtspunten hierbij zijn bijvoorbeeld de gelijkmatige verdeling van eventueel verschillende tinten/kleuren toeslagmateriaal als ook de grootte van het toeslagmateriaal (bepaalt wat het maximale oppervlak is dat zichtbaar kan worden).



Afb. 24: Voorbeeld uiterlijk terrazzo

6.2.3 Slijtvastheid

Een terrazzovloer is bedoeld om direct aan verkeer blootgesteld te worden. Daarom is het goed afspraken te maken over de toelaatbare afslijting als gevolg van de verkeersbelasting. Ook in NEN 1042 zijn daarom slijtvastheidsklassen opgenomen. De bepalingsmethode is de Amsler slijtproef, die ook voorkomt in de norm voor monolithisch afgewerkte betonvloeren (NEN 2743) en cementgebonden dekvloeren (NEN 2741). Hierbij valt dan wel op dat de klassen in NEN 1042 vergeleken met deze normen veel ruimer zijn gesteld. Dit terwijl op grond van de aard en samenstelling verwacht zou mogen worden dat een terrazzovloer meer slijtvast is dan bijvoorbeeld een gespaande cementgebonden dekvloer. Er geldt echter dat de aard van het

toeslagmateriaal mede bepalend is. Als dus een zachter gesteente wordt gebruikt dan het in beton en dekvloeren gebruikelijke kwarts, zou een grotere afslijting te verklaren zijn. De slijtvastheid van een terrazzovloer is dus aan een grotere bandbreedte onderhevig dan die van een betonvloer.
Een eis aan de slijtvastheid van een terrazzovloer impliceert dus ook een beperking aan de keuze van het toeslagmateriaal.

6.2.4 Ruwheid, terrazzo met uitgewassen toplaag

Terrazzo hoeft niet altijd een glad oppervlak te hebben. Ook kan gekozen worden voor een uitgewassen structuur. Om dit uitwassen enigszins objectief te beoordelen, kan gebruik worden gemaakt van de zandvlekmethode. Een methode die ook wordt gebruikt voor het bepalen van de textuur in bijvoorbeeld de regelgeving voor betonvloeren en siergrindvloeren (zie 1.7.5).
In de norm worden de in tabel 19 weergegeven klassen gehanteerd. De ruwheid neemt toe naarmate de textuurdiepte groter wordt.

Tabel 19: Ruwheidsklassen terrazzo gebaseerd op zandvlek

Ruwheidsklasse	Mate van afslijten [mm]
zeer gering	< 3
gering	3 tot 6
matig	6 tot 9
groot	9 tot 12
zeer groot	≥ 12

6.2.5 Oppervlaktebewerkingen

Wellicht is voor terrazzo de meest kenmerkende indeling gegeven in NEN 1042. Die bepaalt het aantal schuurgangen en het al dan niet verder bewerken om een glanzend en/of dicht oppervlak te krijgen. Zoals eerder in dit boek beschreven, hangt de mate van glans af van de gladheid van het oppervlak en dus de korrel waarmee is geschuurd. Overigens zal met toenemende glans ook de stroefheid kunnen afnemen. Er zal dus een optimum zijn tussen esthetische eisen enerzijds en gebruikseisen als een voldoende stroef oppervlak anderzijds.

Begrippen die worden gehanteerd voor oppervlaktebewerkingen zijn:

- zoeten
  Dit is een bewerking, waarbij wordt geschuurd totdat er een glad, niet-glanzend uiterlijk ontstaat. Een gezoet oppervlak kan meestal worden gerealiseerd zonder dat daar aanvullende bewerkingen op het schuren voor nodig zijn.

- polijsten/politoeren
  Polijsten en politoeren zijn bewerkingen, waarbij wordt geschuurd tot een glad en (hoog) glanzend uiterlijk is verkregen. Bij polijsten wordt ten opzichte van de in tabel 20 genoemde korrels eerst nog verder geschuurd tot een korrel 400. Daarna vindt het feitelijke polijsten plaats met behulp van bijvoorbeeld een polijstpoeder.
  Politoeren vindt plaats na het zoeten en drogen van het oppervlak. Dit kan op twee mogelijke manieren. De eerste is het aanbrengen van polijstfluaat dat wordt ingewreven met een vilt op lappenschijf. De tweede is het inwrijven en afstrijken met een spatel van een polijstwas en het daarna uitwrijven met een vilt- of lappenschijf.

  Verder kunnen oppervlaktebewerkingen worden toegepast om aan de toplaag of het oppervlak van de terrazzovloer bepaalde eigenschappen mee te geven. Bijvoorbeeld voor een betere bestandheid of een nog hogere glans. Gesproken wordt over:

- impregneren
  Dit is een nabewerking waarbij het vloeroppervlak met een vloeistof wordt behandeld om bijvoorbeeld de bestandheid tegen chemische stoffen te verbeteren, een bepaalde mate van waterafstotendheid te realiseren of het oppervlak te bescherming tegen klimatologische invloeden.

- fluateren/kristalliseren
  Dit is een nabewerking waarbij het vloeroppervlak met een fluaat wordt nabehandeld om het terrazzo-oppervlak van een glans te voorzien. De behandeling is nog opgenomen in de norm, maar staat ter discussie c.q. mag niet meer worden toegepast. Fluateren heeft overigens alleen zin als het toeslagmateriaal uit kalkhoudend gesteente bestaat, omdat hierbij ongebonden kalk wordt gebonden.

In NEN 1042 zijn coderingen gehangen aan bepaalde combinaties van bewerkingen, waarna verwezen kan worden naar het specificeren van de gewenste vloer (tabel 20).

Tabel 20: Indeling naar oppervlaktebewerkingen (NEN 1042)

Codering voor de combinatie van bewerkingen	Oppervlaktebewerkingen						
	Schuren met korrel 30/36	Schuren met korrel 60	Spachtelen	Overschuren met korrel 120	Zoeten met korrel 220	Impregneren	Fluateren
A	ja	ja	Nee	nee	nee	nee	nee
B	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee
C	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee
D	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee
E	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja
F	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
→ volgorde waarin de betreffende oppervlaktebewerkingen moeten worden uitgevoerd →→							

De glansgraad of structuur die met de verschillende, gebruikelijke korrels wordt verkregen, is globaal weergegeven in tabel 21.

Tabel 21: Indicatie uiterlijk bij verschillende korrels

Korrel	Kenmerk oppervlak
C30	Zeer grof, duidelijke slijpsporen en resten van zaagsporen.
C60	Grof, slijpsporen zijn zichtbaar, kleur en structuur nog niet duidelijk herkenbaar.
C90	Matig grof, slijpsporen zijn minder herkenbaar, de structuur wordt enigszins herkenbaar.
C120	Weinig grof, slijpsporen nauwelijks zichtbaar, structuur herkenbaar, doffe kleurtinten.
C180	Weinig fijn, vergelijkbaar met C120, oppervlak voelt gladder aan.
C220	Matig fijn (gezoet/mat oppervlak), kleur en structuur zijn goed te herkennen.
C320	Fijn, zijdeglans van het oppervlak.
C400	Zeer fijn, zijdeglans, enige bestanddelen glanzen al. De kleur is goed te herkennen.
C600	Uiterst fijn, vrijwel glanzend oppervlak.
C800	Extreem fijn, afhankelijk van materiaal kan al over gepolitoerd oppervlak worden gesproken.

Noot: Met kleur wordt bedoeld het uiterlijk van de steen als ware het nat.

6.2.6 Aandachtspunten voor de uitvoering

Een traditionele, cementgebonden terrazzovloer is opgebouwd uit een tussenlaag en een toplaag.
De tussenlaag moet aan een aantal eisen voldoen, waaronder:

- een sterkte van tenminste Cw20;
- een vlakheid van tenminste klasse 4 volgens NEN 2747;
- geen kleinere textuurdiepte dan 3 mm, bepaald met de zandvlekproef;
- een dikte van tenminste:
  - 30 mm bij hechtende uitvoering;
  - 50 mm als de tussenlaag niet-hechtend of zwevend wordt aangebracht.

  Overigens is het niet-hechtend aanbrengen aan te bevelen bij houten ondergronden vanwege de werking van het hout.
  Als gehecht moet worden op een stalen ondergrond zal een hechtlaag noodzakelijk zijn. Bij steenachtige materialen is dit afhankelijk van de zuigkracht en ruwheid van het oppervlak;
- de dikte boven leidingen en/of buizen moet altijd tenminste 40 mm bedragen. Dit kan leiden tot een fors dikker pakket. Het is dus aan te bevelen leidingen in de tussenlaag te voorkomen.

Een toplaag moet tenminste 12 mm bedragen. De bewerkingen volgen uit de overeengekomen klassen en kunnen uiteenlopend zijn.

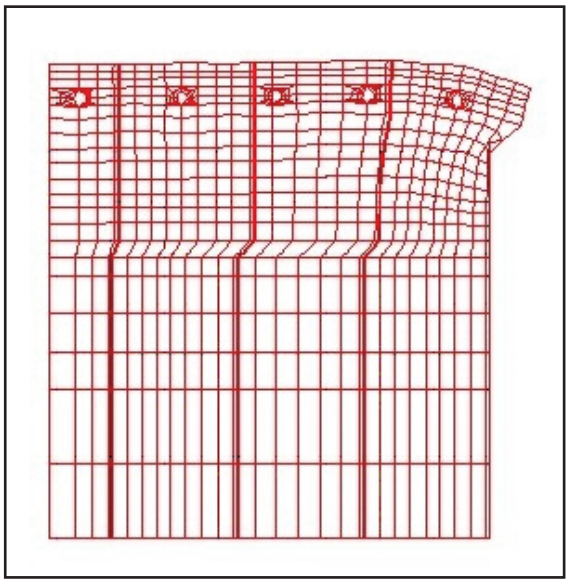
Voor alle terrazzovloeren gelden onder meer de volgende aandachtspunten.

- Het oppervlak van een vloerveld waarvan de toplaag wordt geschuurd, mag volgens de norm maximaal 20 m^2 zijn. Geen enkele lengte van een dergelijk vloerveld mag groter zijn dan 5 m. In de praktijk zal het er vooral om gaan zoveel mogelijk te werken in vierkante vloervelden, waarbij ook grotere oppervlakken mogelijk zijn in geval van bepaalde type vloeren met uitgewassen toplagen.
- Het is raadzaam een hechtende tussenlaag van een terrazzovloer, die binnen één dagproductie wordt gerealiseerd, niet met krimpvoegen in vloervelden te verdelen. Door krimpvoegen aan te brengen in een hechtende tussenlaag van een terrazzovloer wordt de kans op onthechting vergroot. Een overmatige krimp (met als mogelijk gevolg krimpscheuren en/of onthechting) moet zo veel mogelijk door een goede nabehandeling worden voorkomen.
- Rondom kolommen en andere doorvoeren moet altijd een krimpvoeg worden aangebracht.
- Als in de dragende ondergrond dilataties aanwezig zijn, moeten deze worden doorgezet. Daarbij kunnen profielen worden toegepast die echter geen obstakel mogen vormen bij het slijpen en ook in gelijke mate slijten als de terrazzovloer. Bedacht moet worden dat strips en dergelijke zonder verankering los kunnen komen te zitten door krimp van de terrazzovloer.

6.3 Cementgebonden terrazzo (met vloerverwarming)

6.3.1 Plaats en vorm

Net zoals in dekvloeren wordt ook bij terrazzovloeren wel vloerverwarming toegepast. Tegenwoordig wordt daarbij soms gekozen voor zowel verwarmen als ook koelen. Dit leidt doorgaans tot meer beweging van het materiaal in vergelijking met een uitvoering zonder vloerverwarming. Immers om een ruimte op te warmen of te koelen zal warmte aan het oppervlak van de vloer moeten worden afgegeven of opgenomen. De vloer moet dan warmer of kouder zijn dan de omgeving en is dus niet meer op een constante temperatuur.



Afb. 25: Numerieke simulatie van uitzetten dekvloer door vloerverwarming (vervorming rechts is op plaats van rechte lijn verhinderd, bovendeel kan vrij uitzetten)

Het spreekt voor zich dat de aanwezigheid van vloerverwarming dan ook aanvullende c.q. afwijkende eisen stelt aan de opbouw en uitvoering van cementgebonden terrazzovloeren. Mede daarom is in aanvulling op NEN 1042 CUR-Aanbeveling 92 “Vloerverwarming in terrazzovloeren” uitgebracht.

Vloerverwarming kan bestaan uit:
- vloerverwarming in de vorm van buizen (ook te gebruiken voor koelen);
- vloerverwarming in de vorm van elektrische kabels, los aangebracht dan wel in de vorm van weefsels of matten (koelen niet mogelijk).

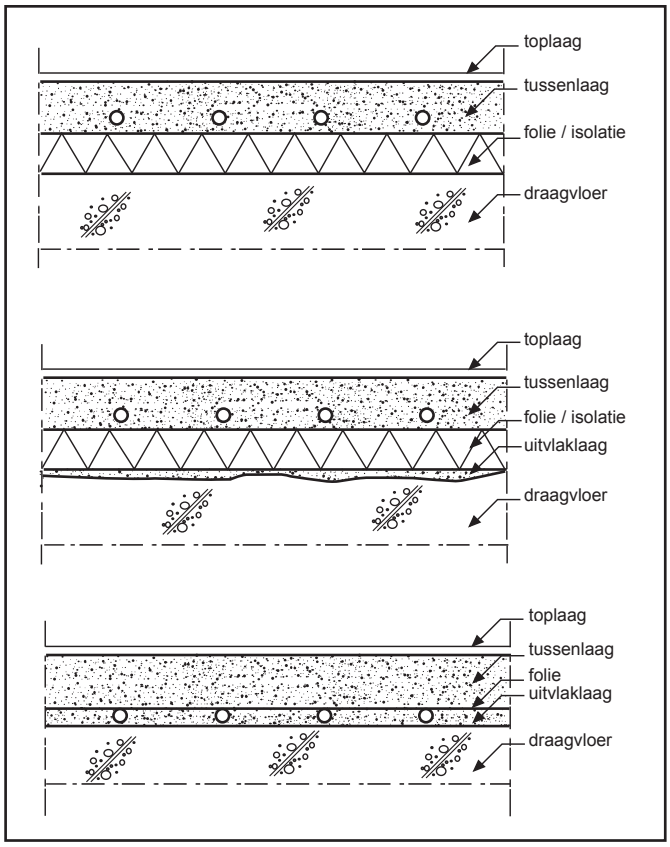
Bij buizen kan gebruik worden gemaakt van enkele of duplo leidingen. Met duplo wordt bedoeld dat er twee verwarmingsbuizen met een minimale tussenruimte naast elkaar worden aangebracht in plaats van één enkelvoudige buis. Een keuze voor duplo leidingen is veelal gebaseerd op installatietechnische redenen. Bijvoorbeeld om bij een hoge concentratie van leidingen de warmtetoevoer in de vloer te beperken.

De vloerverwarming kan zich bevinden (afb. 26):
- in de tussenlaag;
- in een uitvlaklaag direct boven de draagvloer;
- in een uitvlaklaag direct boven de isolatie.

Een voorkeur gaat hierbij uit naar het opnemen van de leidingen in een uitvlaklaag. Immers dan resteert eigenlijk een ‘gewone terrazzovloer’. Hoe dieper de leidingen echter komen te liggen, hoe ‘trager’ het systeem gaat werken. Soms kan dit minder gewenst zijn. Daarom wordt er toch nog voor gekozen de leidingen op te nemen in de tussenlaag.

Vanwege grotere vormveranderingen is het af te raden om in een hechtende terrazzovloer vloerverwarming toe te passen. Beter is het dan om de terrazzovloer uit te voeren als ‘zwevende vloer’ of als vloer op een scheidingslaag van bijvoorbeeld folie. Wil folie echt als scheiding kunnen werken, dan moet het voldoende dik zijn en dient de ondergrond (draagvloer) vlak te zijn. Dit laatste kan dan weer door eerst een uitvlaklaag aan te brengen.

Bij een hechtende uitvoering is de kans op scheuren groter dan wanneer de terrazzovloer vrij van de ondergrond kan bewegen. Omdat de toplaag bij terrazzo een zichtvlak betreft, werken fijne scheurtjes in dat oppervlak meer storend dan in bijvoorbeeld een dekvloer die wordt voorzien van tapijt.
Zelfs al is de vloer vrijgehouden van de draagvloer, dan nog kunnen scheuren ontstaan als de spanningen te hoog oplopen. Dit is dan ook een reden dat bij vloerverwarming de watertemperatuur niet te hoog mag worden, ten hoogste 40°C.



Afb. 26: Voorbeelden mogelijke opbouw terrazzovloer met vloerverwarming (aangegeven door rechthoekjes)

6.3.2 Plaats leidingen

Voor terrazzovloeren geldt dat de buisdiameter van de vloerverwarming ten hoogste 20 mm mag bedragen.

Voor de plaats van de leidingen is in de betreffende CUR-Aanbeveling het volgende bepaald.
- Vloerverwarmingsbuizen opnemen in de tussenlaag of eventueel in een uitvlaklaag.
- De buizen zodanig bevestigen dat zij bij het aanbrengen van de tussenlaag niet van plaats veranderen. De afstand tussen de bevestigingspunten mag ten hoogste 0,5 m bedragen.
- De vloerverwarmingsbuizen mogen elkaar niet kruisen.
- Tenminste 40 mm afstand aanhouden tussen de bovenzijde van de vloerverwarmingsbuis en de onderzijde van de toplaag.
- Bij bochten buizen leggen met een straal van tenminste 8 maal de buitenmiddellijn van de buis.
- Als afstand tussen de buizen bij enkelvoudige leidingen tenminste 100 mm aanhouden. Bij duploleidingen (twee

buizen direct naast elkaar) is deze tussenafstand tenminste 150 mm.
- Indien om installatietechnische redenen een bundeling van leidingen in de deuropening noodzakelijk is, moet in de deuropening een dilatatievoeg in de terrazzovloer worden aangebracht.
- Leidingconcentraties bij voorkeur buiten het vloerveld aanbrengen.

Voor elektrische vloerverwarming geldt het volgende.
- De leidingen mogen op elke plaats in de tussenlaag worden aangebracht, waarbij wel rekening wordt gehouden met het tweede punt.
- Tenminste 15 mm afstand houden tussen de bovenzijde van de elektrische verwarming en de onderzijde van de toplaag. Dit geldt dan voor een cementgebonden terrazzovloer. (Bij een kunstharsgebonden terrazzovloer mag de elektrische verwarming direct onder de toplaag worden aangebracht.)

6.3.3 Aandachtspunten bij de uitvoering

In de CUR-Aanbeveling wordt ingegaan op de volgende aspecten die verder van belang zijn, zoals:
- Folie met een overlap van tenminste 100 mm vlak en strak aanbrengen op de ondergrond en opzetten langs randen.
- Isolatieplaten vlak, volledig dragend en verspringend (in verband) aanbrengen.
- Bij een zwevende terrazzovloer in de tussenlaag een wapeningsnet opnemen op ongeveer ¼ gedeelte vanaf de bovenzijde van de tussenlaag. Dit net moet minimaal bestaan uit staven van een staalkwaliteit FeB 500 volgens NEN 6008 die een kernmiddellijn van tenminste 4 mm hebben en een hart-op-hart afstand van ten hoogste 150 mm.
- Rondom de terrazzovloer kantstroken toepassen van een goed samendrukbaar materiaal. De dikte van de isolatie moet zijn ontleend aan de vervorming van de vloer die wordt verwacht. De vrije ruimte tussen terrazzovloer en wand moet echter tenminste 5 mm bedragen. Kantstroken opzetten langs randen, zodat de afgewerkte vloer volledig vrij blijft van de omringende bouwdelen.

6.4 Kunstharsgebonden terrazzo

6.4.1 Kunsthars als alternatief voor cement

Een kunstharsgebonden terrazzovloer is een geslepen kunstharsgebonden dekvloer met een terrazzo uiterlijk. Deze wordt direct op een draag- of dekvloer aangebracht. Wil volgens de definitie sprake zijn van een kunstharsgebonden dekvloer, dan moet het bindmiddel per definitie voor tenminste 70% bestaan uit kunsthars. De ruimte tussen de toeslagkorrels en eventuele vulstoffen moet nagenoeg volledig (tenminste voor 90%) gevuld zijn met kunsthars. Het gaat dus om een gesloten materiaal, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een siergrindvloer (zie hoofdstuk 8).

In 6.2 zijn we ingegaan op cementgebonden dekvloeren, zoals omschreven in NEN 1042. In CUR-Aanbeveling 90 “Kunstharsgebonden terrazzovloeren” komen kunstharsgebonden terrazzovloeren aan bod. Daarbij geldt dat op plaatsen waar dit mogelijk is, wordt verwezen naar NEN 1042. Enkele voor kunstharsgebonden terrazzo afwijkende zaken zijn geregeld in de CUR-Aanbeveling. In de volgende paragrafen gaan we daar kort op in.

6.4.2 Oppervlaktebewerkingen

In 6.2.5 zijn oppervlaktebewerkingen benoemd voor traditionele cementgebonden terrazzovloeren. Voor kunstharsgebonden terrazzovloeren is een min of meer vergelijkbare indeling mogelijk op basis van de bewerkingen die worden uitgevoerd (tabel 22).

Tabel 22: Indeling naar oppervlaktebewerkingen (CUR-Aanbeveling 90)

Codering voor de combinatie van bewerkingen	Schuren met korrel 30/36	Schuren met korrel 60	Stoppen	Overschuren met korrel 120	Zoeten met korrel 220	Fluateren	Nabewerken
A	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee
B	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee
C	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee
D	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja
E	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee
F	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	→ volgorde van bewerkingen						

Wordt deze tabel vergeleken met die van cementgebonden terrazzovloeren (tabel 20) dan vallen een paar zaken op. Afwijkend voor kunstharsgebonden terrazzovloeren zijn de kolom 'stoppen' en 'nabewerken'. Een kolom 'impregneren' zoals opgenomen in NEN 1042 ontbreekt.
Stoppen is het dichtmaken/opvullen van gaatjes in het vloeroppervlak van de toplaag door het oppervlak met een kunstharsgebonden plamuur in te wrijven.
Nabewerkingen kunnen bestaan uit het impregneren van de vloer of het verzegelen ervan (dus impliciet is impregneren ook hier opgenomen). Impregneren is overigens alleen zinvol wanneer cement als vulstof is toegevoegd aan het materiaal. Ook fluateren is bij kunstharsgebonden terrazzo alleen een zinvolle maatregel als er sprake is van kalkhoudend toeslagmateriaal, zoals marmer.

6.4.3 Korrelgrootte toeslagmateriaal

De kracht en beperking van kunstharsgebonden terrazzo ligt in de laagdikte. Dit betekent ook dat er eisen zijn gesteld aan korrelgrootte van het toeslagmateriaal. Hiervoor wordt toeslagmateriaal ingedeeld in een aantal korrelgroepen. Een korrelgroep geeft de onder- en bovengrens van de korrelgrootte van het toeslagmateriaal in mm (tabel 23). Materialen uit verschillende korrelgroepen kunnen overigens worden gecombineerd. Net zoals bij traditionele cementgebonden terrazzo zal hetgeen wordt gewenst, vastgelegd moeten worden op basis van monsters of proefvakken. Ook hier is het uiterlijk namelijk moeilijk te beschrijven.

Tabel 23: Indeling toeslagmateriaal kunstharsgebonden terrazzo (CUR-Aanbeveling 90)

Omschrijving	Korrelgroep
fijn	2-3
middel	4-6
grof	6-12
zeer groot	11-16

6.4.4 Leidingen

Kunstharsen kunnen, zeker als ze sterk worden opgewarmd, een kleurverandering ondergaan (een effect dat versterkt kan worden als de vloer statisch is geladen). Om deze reden mag de temperatuur niet te hoog oplopen. Er is dan ook bepaald dat in de ondergrond bij voorkeur geen warmwaterleidingen mogen voorkomen. Kan het niet anders dan moeten ze worden opgenomen in een mantelpijp en tenminste 30 mm onder de kunstharsgebonden terrazzovloer liggen.
Verticale leidingen door de vloer met procestemperaturen van meer dan 400°C, zoals warmwater of cv-leidingen, moeten door ruim bemeten of thermisch isolerende mantelbuizen worden geleid. Het einde van deze mantelbuizen moet tenminste 20 mm boven de afgewerkte terrazzovloer uitsteken.

6.4.5 Aandachtspunten voor de uitvoering

De CUR-Aanbeveling stelt voor kunstharsgebonden terrazzovloeren een aantal specifieke voorwaarden. Enkele voorbeelden hiervan zijn:
- De ondergrond zal voldoende hechtkracht moeten hebben, omdat een kunstharsgebonden terrazzovloer veelal hechtend wordt aangebracht. De huidtreksterkte moet tenminste 1,0 N/mm^2 bedragen.
- Het vochtgehalte van een cementgebonden ondergrond mag ten hoogste 4% (m/m) zijn. Kunsthars hecht immers niet op een natte ondergrond.
- Pas na 24 uur doorharden (bij 20°C) mag met het schuren van de vloer worden begonnen. Voorkomen moet worden dat een thermohardende kunsthars 'verbrandt' en zwart wordt. In een tussenfase tussen de schuurgangen moeten eventueel zichtbaar geworden gaatjes worden gestopt.

7 KUNSTHARSGEBONDEN VLOERAFWERKINGEN

7.1 Inleiding

Kunstharsgebonden producten worden al vele decennia toegepast voor vloeren. Het aanbod is groot en vrijwel dagelijks komen er nieuwe producten bij. Nieuwe, nadere analyse van de samenstelling leert dat er eigenlijk maar een paar groepen kunstharsen zijn, waaruit de meeste producten voor vloeren zijn vervaardigd. Het betreft:
- epoxy (EP);
- polyurethaan (PU);
- acrylaten; (PMMA);
- siliconenharsen (silaan/siloxaan).

Soms worden deze producten in 'pure' vorm verwerkt, soms worden vulstoffen, pigmenten en andere bestanddelen toegevoegd, zoals oplosmiddel (water kan ook als zodanig worden aangemerkt), verdunningsmiddel en hulpstoffen.
- Vulstoffen hebben een aantal doelen. Op de eerste plaats het verminderen van de benodigde hoeveelheid bindmiddel. Meestal zijn vulstoffen namelijk goedkoper dan het bindmiddel. Omdat vulstoffen vaak 'inert' zijn en dus al uitgereageerd, verminderen ze ook de krimp (eigenlijk omdat minder bindmiddel nodig is) en de thermische uitzetting. Ook worden ze toegepast om bijvoorbeeld de stroefheid van het oppervlak te beïnvloeden. Voorbeelden van vulstoffen zijn kwartspoeder, talk en krijt.
- Pigmenten kunnen anorganisch of organisch zijn. Ze worden toegepast om kleur te geven aan het product en dus de uiteindelijke vloerafwerking. Anorganische pigmenten zijn doorgaans beter kleurvast.

De vele leveranciers, merknamen en type-aanduidingen roepen de indruk op dat er een woud aan schijnbaar verschillende producten bestaat. Schijnbaar dus, want in essentie zijn er slechts enkele bindmiddelgroepen. Chemische modificatie van deze bindmiddelen en verschillen in verhoudingen zorgen er vervolgens voor dat de eigenschappen van deze basisgroepen min of meer eindeloos gevarieerd kunnen worden.

De keuze voor een kunstharsgebonden vloerafwerking betekent dat een afgewogen selectie moet worden gemaakt uit een groot aantal producten dat wordt aangeboden. De volgende hoofdcategorieën zijn daarbij te benoemen (zie verder 7.4):
- impregneermiddelen;
- coatingvloeren;
- gietdekvloeren;
- mortelvloeren;
- uitvulmortels/-lagen.

Uiteraard speelt bij de keuze van een bepaald product in een bepaalde toepassing ook de milieuwetgeving een rol. In het bijzonder geldt dat voor de regeling voor vluchtige, organische stoffen (VOS). De publicatie 'Termen & Begrippen en Beslisschema Vloercoatings' van het Bedrijfschap Afbouw bevat een beslisschema waarmee kan worden vastgesteld waar wel en waar geen VOS-houdende vloercoatings mogen worden toegepast

Net zo veelzijdig als het aantal producten dat in omloop is, zijn de mogelijke indelingen van kunstharsgebonden producten. Zo zijn er indelingen naar:
- type bindmiddel (zie 7.2);
- wijze van uitharden (zie 7.3);
- toepassingsgebied en gebruikseisen.

Het verwerken van kunstharsen vereist aandacht en vakmanschap. Een goede voorbereiding van de ondergrond is essentieel. Ook de omgevingscondities zowel voor, tijdens als kort na het aanbrengen zijn van belang. Verder is het natuurlijk de applicatie zelf die het eindresultaat bepaalt.
Jaarlijks worden vele tienduizenden meters kunsthars vloerafwerking aangebracht. Daarbij gaat het soms mis en ontstaat schade. Enkel aandachtspunten, mythen en schadebeelden die typisch zijn voor kunstharsvloeren worden behandeld in 7.5.

7.2 Type bindmiddel

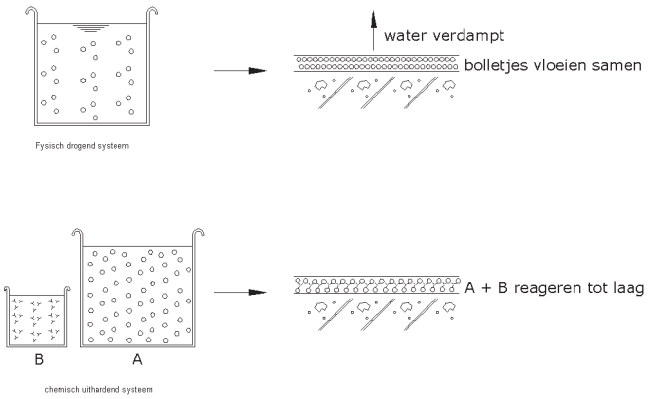
Het type kunsthars is bepalend voor de hoofdindeling van kunstharsen. Onderscheid wordt gemaakt in thermoplasten, thermoharders en elastomeren (zie 4.1.5). Er zijn dus slechts drie groepen waar alles wat te koop is naar te herleiden is, inclusief de eigenschappen op hoofdlijnen.

7.3 Uitharden, toepassing, gebruik en applicatie

Op basis van de wijze van uitharden worden kunstharsgebonden producten ingedeeld in (afb. 27):
- fysisch drogende producten;
- chemisch hardende producten.

Bij fysisch drogen verdampt de vloeistof die het bindmiddel in 'oplossing' houdt. Het bindmiddel vormt samen met eventueel andere vaste bestanddelen een gesloten laag op het oppervlak (zie afb. 27). Fysisch drogende producten zijn dus veelal thermoplasten (of elastomeren). Het feit dat sprake is van droging houdt ook in dat de verwerking van dergelijke producten drogende omstandigheden vraagt. Bij watergedragen producten zal de luchtvochtigheid dus niet te hoog mogen zijn.

Bij chemische uitharding reageren de moleculen onderling. Chemische reacties zijn afhankelijk van de temperatuur, waarbij als vuistregel geldt dat per 10°C temperatuurstijging of -daling de reactiesnelheid verdubbelt respectievelijk halveert. Om dergelijke producten te kunnen verwerken zal de temperatuur dus niet te laag mogen zijn.



Afb. 27: Fysisch en chemisch drogend/uithardend

Fysisch drogende systemen leiden in het algemeen tot dunnere lagen dan chemisch uithardende producten.

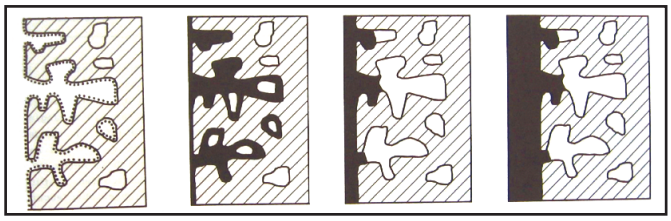
Bij indelingen die op gebruikseisen zijn gebaseerd, kan worden gedacht aan aspecten als scheuroverbruggend vermogen, slijtvastheid, geleidbaarheid en vloeistofdichtheid. Vanuit de manier van aanbrengen wordt weer onderscheid gemaakt in rolcoatings, gietmassa's, troffelmortels en spuitbare producten. Zie hier het ontstaan van een groot aantal 'afgeleide' producten, talrijke merknamen en coderingen met als basis slechts drie typen kunsthars.

7.4 Indeling naar toepassing

7.4.1 Impregneermiddelen

Impregneermiddelen zijn niet bedoeld om laagdikte te realiseren of om weerstand te bieden aan de directe mechanische belastingen. Het enige doel is om de poriën in bijvoorbeeld een beton- of een cementgebonden dekvloer te vullen.
Toegevoegde waarden van een impregneer zijn bijvoorbeeld:
- de verbeterde reinigbaarheid;
- een eventueel betere bestandheid tegen chemicaliën;
- het voorkomen van het intrekken van water;
- het voorkomen van stuiven van vloeren.

Impregneren of hydrofoberen?
De woorden impregneren en hydrofoberen worden nogal eens door elkaar gebruikt. Bij impregneren worden de poriën gevuld. Dit kan er inderdaad toe leiden dat er geen water meer wordt opgenomen. Bij het hydrofoberen worden de poriewanden behandeld, zodat deze water afwijzen. Afhankelijk van de poriestructuur zal water dan niet meer door het behandelde materiaal worden opgenomen. Omdat in tegenstelling tot veelal een impregneer geen gesloten laag wordt gevormd, blijft damptransport mogelijk.



Afb. 28: Hydrofoberen (links), verzegelen/dichtzetten, primerlaag en primer met deklaag

Er bestaat een onderscheid tussen filmvormende en niet-filmvormende impregneermiddelen. Niet-filmvormend zijn bijvoorbeeld producten als silaan en siloxaan, ook wel hydrofobeermiddelen genoemd. Er ontstaat dus een open structuur, waarbij damptransport mogelijk blijft.

Filmvormende producten zijn onder meer:
- waterige dispersies van acrylaten;
- watergedragen, epoxygebonden impregneringen;
- oplosmiddelhoudende impregneermiddelen op basis van epoxy of polyurethaan (ook oplosmiddelvrije varianten komen voor).

Kenmerkend is dus dat een laag wordt gevormd die echter nauwelijks een laagdikte heeft.

7.4.2 Coatingvloeren en gietvloeren

Bij coatingvloeren en gietvloeren is een onderverdeling te maken vanuit laagdikte (zie tabel 24). De applicatie speelt daarbij een ondergeschikte rol. Een bus 'verf' over de vloer gieten en dit verdelen met een spaan wordt dus niet als een gietvloer aangemerkt als de laagdikte minder dan 1 mm is.

Bij een coating zullen kleine oneffenheden in de ondergrond vaak zichtbaar blijven. Bij gietvloeren kan dat deels worden ondervangen door de grotere laagdikte en het zelfnivellerend vermogen van het product.
Coatings leveren verder over het algemeen geen tot een beperkte meerwaarde op voor de mechanische belastbaarheid. Wel kan de chemische bestandheid van de vloer worden vergroot mits het juiste product wordt gekozen. Kunstharsen zijn namelijk redelijk bestand tegen zowel zuren als logen.

Tabel 24: Onderverdeling coating- en gietvloeren (1.000 µm = 1 mm)

Coatings		
Naam	Laagdikte (droog)	Opmerking
Dunne rolcoating	Tot 100 µm	Zijn dunne/verfachtige systemen. Leveren geen toegevoegde waarde aan de mechanische belastbaarheid van de ondergrond.
Rolcoating	Van 250 tot 500 µm	Zijn bijv. meer “body” houdende vloercoatings.
Dikke rolcoating	Van 500 tot 1.000 µm	Aangebracht met rakel en doorgerold, overgang naar gietvloeren.
Gietvloeren		
Naam	Laagdikte	Opmerking
Dunne gietvloer	Van 1 tot 1,5 mm	Beneden 1 mm is sprake van coating.
Gietvloer	Van 2 tot 3 mm	
Dikke gietvloer	Meer dan 3 mm	Vormt overgang naar mortelvloeren.

7.4.3 Mortelvloeren

Mortelvloeren, dus dekvloeren met kunsthars als bindmiddel, zijn onder te verdelen in types specifiek voor industriële toepassing en types voor algemeen gebruik. Dergelijke vloeren worden ook wel aangeduid als troffelvloer.
Een bijzondere mortelvloer is de siergrindvloer. Hierop gaan we in hoofdstuk 8 nader in. Kenmerkend voor dit type vloer is de open structuur van het materiaal. Het is specifiek ontworpen als esthetische toepassing in bijvoorbeeld woningen en kantoren. Laagdiktes lopen op van enkele mm tot maximaal 20 mm.

7.4.4 Uitvulmortel/-lagen

Uitvulmortels zijn specifiek ontworpen om als schakel te dienen tussen de ondergrond en de uiteindelijke vloerafwerking. Ze worden toegepast voor bijvoorbeeld het uitvullen van grote oneffenheden. Ook bewijzen ze hun dienst om een extra laagdikte te realiseren. Dat gebeurt bijvoorbeeld om een bepaald peil te halen, zodat op het duurdere topmateriaal wordt bespaard en/of een snellere verwerking of ingebruikname mogelijk is. Laagdiktes lopen uiteen van 5 tot wel 75 mm.

Tabel 25: Duurzaamheid (indicatief) van enkele typen kunstharsgebonden vloerafwerkingen

Systeem	Laagdikte	Belasting van voetgangers	Middelzwaar verkeer	Zwaar verkeer
Niet filmvormende impregneer	geen	afhankelijk van ondergrond	afhankelijk van ondergrond	afhankelijk van ondergrond
Filmvormende impregneerlaag	geen	afhankelijk van ondergrond	afhankelijk van ondergrond	afhankelijk van ondergrond
Coating (oplosmiddelhoudend)	150 µm totaal (50 µm per laag)	3-5 jaar	afhankelijk van ondergrond	geen
Coating (waterverdunbaar)	150 µm totaal (50 µm per laag)	3-5 jaar	afhankelijk van	geen
Coating (oplosmiddelarm)	ca. 300 µm	5-7 jaar	3-5 jaar, met onderhoud tot 12 jaar	geen
Idem, met kwartsiet ingestrooid	ca. 800 µm	10-12 jaar	3-5 jaar, met onderhoud tot 12 jaar	geen
Coating (oplosmiddelvrij)	ca. 300 µm	5-7 jaar	3-5 jaar, met onderhoud tot 12 jaar	geen
Idem, met kwartsiet ingestrooid	ca. 1.000 µm	10-15 jaar	3-5 jaar, met onderhoud tot 12 jaar	geen
Gietvloersysteem	2-3 mm (doorgaans)	> 20 jaar	7-10 jaar	afhankelijk van ondergrond
Mortelvloer systeem	5-20 mm	> 30 jaar	10-15 jaar	afgestemd systeem
Uitvulmortels	5-75 mm	> 15 jaar afhankelijk van belastbaarheid toplaag > 30 jaar	nvt afhankelijk van belastbaarheid toplaag	nvt afhankelijk van belastbaarheid toplaag

Tabel 26: Chemische bestandheid epoxy en polyurethaan

Groep	Omschrijving		Epoxy	Polyurethaan
Anorganische zuren	Zoutzuur	20%	+	+
	Zoutzuur	35%	x	x
	Zwavelzuur	20%	+	±
	Zwavelzuur	50%	x	x
	Salpeterzuur	20%	-	-
	Salpeterzuur	40%	-	x
Alkaliën	Natriumhydroxide	25%	+	±
	Natriumhydroxide	50%	+	-
	Kaliumhydroxide	25%	+	±
	Kaliumhydroxide	50%	±	-
	Ammonia	30%	+	+
	chloorbleekloog		±	±
Oliën	Lijnolie		+	+
	Soja-olie		+	+
	Smeerolie		+	+
	dieselolie		+	+
Vetten	Boter/magarine		+	+
	Consistentvet		+	+
	Vaseline		+	+
Oplosmiddelen	Benzine		+	+
	Petroleum		+	?
	Benzeen/xyleen		+	+
	Aceton		±	+
	Trichloorethyleen		-	-
	Ethylacetaat		-	?
	Methylalcohol	95%	+	+
	Ethylalcohol	95%	+	±
Overige	Suikers		+	+
	Azijn		+	+
	Melkzuur		+	±
	Citroenzuur		+	x

7.5 Aandachtspunten en mythen rondom kunsthars vloerafwerkingen

7.5.1 Angst voor water

Voor al deze kunstharsgebonden producten gelden min of meer dezelfde spelregels voor de applicatie. Een goede hechting vraagt een zorgvuldige oppervlaktebehandeling. Uitzonderingen daargelaten komt een hechting immers niet tot stand door een chemische reactie met de ondergrond, maar door fysische hechting (haakweerstand). Opruwen (schuren) en een vuil- en vetvrije ondergrond zijn dan ook noodzakelijk.

Kunstharsen hechten slecht op een vochtige ondergrond, de ankerpunten zijn dan namelijk met water gevuld. Daarom worden eisen gesteld aan het vochtgehalte van de ondergrond. Dit laatste roept vaak vragen op. Tenzij de gehele constructie wordt ingepakt en vele maanden lang wordt drooggestookt, is bijvoorbeeld een vochtpercentage van 4 massaprocent bij beton in een buitensituatie zelden te realiseren. Dit komt doordat het evenwichtsvochtgehalte (het vochtgehalte dat beton aanneemt bij de gemiddeld heersende relatieve luchtvochtigheid) doorgaans al hoger is. Wel kan dit percentage tijdelijk aan het oppervlak worden bereikt. Na aanbrengen van de coating zal het vocht zich echter herverdelen. Komt de coating los, dan krijgt de verwerker te horen dat hij heeft geschilderd op een te vochtige ondergrond. Het is dus zaak vooraf goed na te gaan wat de leverancier heeft bedoeld met het maximaal opgegeven vochtgehalte in zijn technisch informatieblad (de hele constructie? de toplaag? en hoe diep dan?).

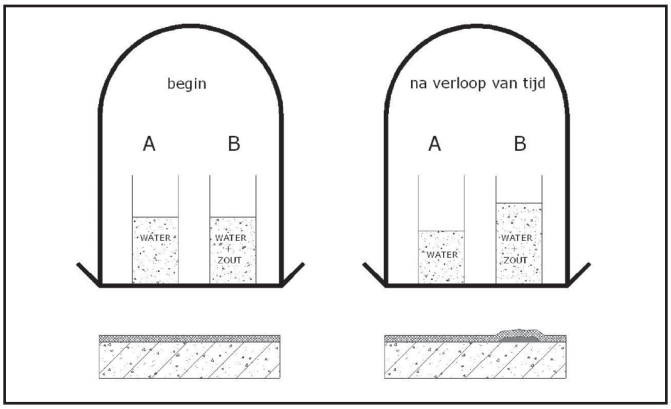
Afbladderen van een kunstharsgebonden coating wordt dan ook vaak toegeschreven aan te veel vocht in de ondergrond. In veel gevallen is er echter een andere oorzaak. De dampdruk van water bij kamertemperatuur is namelijk aanzienlijk kleiner dan de hechting van een goed aangebrachte coating (zie 15.10).

7.5.2 Osmose

Een regelmatig voorkomend schadebeeld bij kunstharsvloeren is osmose. Daarbij ontstaan blazen gevuld met vocht in de vloerafwerking, ongeacht de hardheid van het materiaal.

Osmose is een direct gevolg van het streven van de natuur naar evenwicht. Neem als voorbeeld een glas met water en zout en een glas met alleen water die samen onder een glazen stolp worden geplaatst (afb. 29). Na verloop van tijd zal het waterpeil in het glas water zijn gedaald en in het glas met de zout-oplossing zijn gestegen. De natuur streeft namelijk naar een gelijke concentratie in beide glazen. Omdat de natuur geen zoutkristallen kan verplaatsen, tracht de natuur dit te bereiken door verdunning van de oplossing in het ene glas. Waterdamp kan namelijk wel worden getransporteerd.

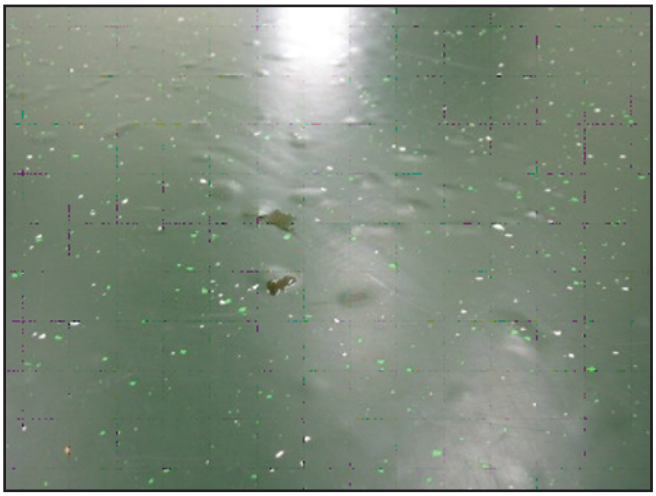
Osmose ontstaat dan ook door concentratieverschillen, bijvoorbeeld doordat er nog verontreinigingen in de ondergrond aanwezig zijn of doordat er sprake is van een slechte menging. Een primerlaag kan als semi-permeabel membraam gaan werken dat geen grote maar wel kleine moleculen doorlaat. Concentratieverschillen zijn het gevolg. Osmose leidt tot aanzienlijk hogere drukken dan waterdamp. Blazen in dikke, epoxygebon-den vloerafwerkingen illustreren de kracht en de geleidelijkheid van het proces.



Afb. 29: Streven naar evenwicht

Osmose treedt alleen op als op één en hetzelfde moment zich het volgende voordoet.

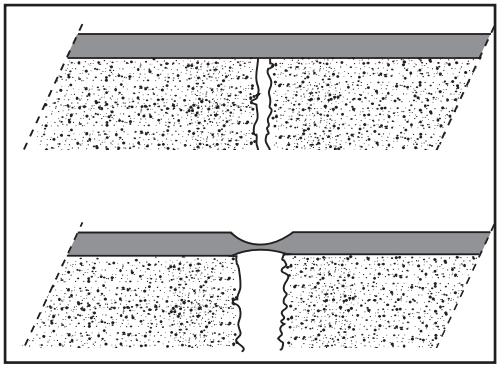
- Op het grensvlak zijn wateroplosbare bestanddelen aanwezig. Het kan hierbij gaan om bestanddelen gebruikt voor de coating of primer zelf, dan wel producten uit de ondergrond of eerdere verontreinigen.
- De coating of gietvloer is dampdicht. Daardoor kan de benodigde druk voor het vormen van blazen worden opgebouwd. Daarbij geldt dat deze druk vele malen de dampdruk moet zijn. Waterdampdruk alleen kan dergelijke blazen niet veroorzaken.
- Er is een semi-permeabel membraan aanwezig. Dit kan bijvoorbeeld een niet-volledig dampdichte hechtlaag (primer) zijn. Essentieel is dat de dampstroom in de richting van de blaas groter is dan omgekeerd. Praktisch betekent dit ook dat de concentratie van de wateroplosbare stof aan de zijde van de blaas groter is dan in de ondergrond waaraan het vocht wordt onttrokken. Dit membraan zorgt voor het typische verschijnsel van vocht in een blaas op een relatief poreuze en nog niet met vocht verzadigde ondergrond.
- De omgeving is vochtig. Vaak is het evenwichtsvocht gehalte c.q. restvochtgehalte in de beton- of cementgebonden dekvloer al voldoende.



Afb. 30: Osmose opgetreden in een gietvloer

7.5.3 Scheuroverbruggend vermogen

Elastisch, flexibel, scheuroverbruggend zijn kreten waarmee vaak wordt geschermd als de coating moet worden aangebracht op een ondergrond met scheuren. De vraag is echter zinvol is een relatief duur systeem aan te brengen op een vloer of wand waar slechts een enkele scheur in zit. Een alternatief is namelijk alleen ter plaatse van de scheur een voorziening treffen en het gehele oppervlak verder voorzien van een relatief goedkopere, starre coatinglaag. Echte scheuroverbruggende coatings zijn namelijk kostbaar vanwege het hoge materiaal gebruik. Er is namelijk laagdikte nodig om scheuroverbruggende eigenschappen te krijgen. Immers, als de ondergrond scheurt en de coating hecht, zal ter plaatse van de scheur een oneindig grote rek ontstaan. Geen enkele kunsthars is hiertegen langdurig bestand. Herverdeling van spanningen in de laag moet er voor zorgen dat de coating niet doorscheurt. Een andere manier om een goede, scheuroverbruggende werking te krijgen, is de coating lokaal los te houden. Vergelijkbaar met het uitrekken van elastiek, zal de opneembare vervorming groter zijn als de 'lengte' van het elastiek groter wordt.



Afb. 31: Scheuroverbrugging vereist rekcapaciteit

7.5.4 Dik of dun, wat is een gietvloer

Als vloerafwerking worden zowel coatings als gietvloeren toegepast. Het onderscheid zit daarbij vooral in de laagdikte en het verkregen effect. Een 'simpele' epoxycoating komt vaak niet verder dan een paar honderd micrometer. De ruwheid van de ondergrond tekent zich daar in af. Er is maar weinig mechanische belasting nodig om zo'n laag te beschadigen of kapot te maken.

Vanaf een laagdikte van 2 mm is sprake van een 'echte' gietvloer. Er worden wel dunnere lagen als gietvloer verkocht. Naarmate de laagdikte geringer wordt, wordt de ondergrond echter steeds meer zichtbaar. Het materiaal kan dan wel gietend worden aangebracht, maar of het aanbrengen hiervan het te verwachten beeld van een gietvloer oplevert, is de vraag. Geadviseerd wordt dan ook steeds na te gaan wat wordt geboden als een gietvloer wordt geoffreerd.

7.5.5 Drogen

Voordeel van een kunsthars is dat het een goede bevochtiging heeft op een droge ondergrond. De hechting op een natte ondergrond is echter slecht. Dit is dus omgekeerd ten opzichte van bijvoorbeeld cementgebonden producten. Van belang is dat de kunsthars tijdens het doorharden niet in contact komt met een overmaat aan vocht. Niet aan de onderzijde, maar ook niet aan de bovenzijde. Aan de onderzijde leidt vocht tot een slechte hechting. Vandaar dat veelal wordt bepaald dat de ondergrondtemperatuur tenminste drie graden hoger moet zijn dan het dauwpunt. Het dauwpunt is daarbij de temperatuur, waarbij condens ontstaat. Een vroegtijdige vochtbelasting aan de bovenzijde leidt bijvoorbeeld bij epoxy tot visueel ongewenste effecten als wit uitslaan.

Het voorgeschreven percentage dat in de eerder genoemde productbladen staat, is vaak niet realistisch. Althans, als daarbij niet wordt gesteld over wat voor diepte het gaat. Immers, vier massaprocent vocht voor een betonconstructie betekent dat deze langdurig moet drogen. Het is daarom verstandig om vooraf duidelijke afspraken te maken over wat met het voorgeschreven percentage wordt bedoeld en hoe dit gemeten moet worden. Na het aanbrengen van de coating zal zich namelijk een nieuw evenwicht instellen.

7.5.6 Krasvastheid

Geen enkel materiaal is volkomen krasvast. Dit geldt dus ook voor een kunstharsgebonden vloerafwerking. Naarmate het oppervlak meer glans vertoont en ook donkerder van kleur wordt, worden krassen beter zichtbaar en eerder als storend ervaren. Bij het krassen ontstaat namelijk een witte streep die eerder zichtbaar is op een donkere achtergrond.

7.6 Aandacht voor keuze en voorwaarde

Om te kiezen uit het grote aanbod producten, merknamen en coderingen is het goed terug te gaan naar de basiseigenschappen van de kunsthars en de gewenste technische en esthetische prestatie. Technische selectiecriteria zijn onder meer: mechanische en chemische bestandheid, krasvastheid, slijtvastheid, elasticiteit, vloeistofdichtheid en geleidbaarheid. Gebruikseisen zijn bijvoorbeeld: stroefheid, reinigbaarheid en vlakheid. Esthetische aspecten zijn onder meer kleur, glans en structuur.

Samenvattend geldt dat kunstharsgebonden vloeren prachtige vloeren kunnen opleveren die technische aspecten combineren met esthetische. Om de pracht ook in de onderlinge relatie te houden, is het goed de verwachtingen over en weer (opdrachtgever en vloerenbedrijf) vooraf uit te spreken en vast te leggen. Dit geldt ook voor de leverancier en het vloerenbedrijf. Immers, niet alles wat de productinformatie voorschrijft, is zonder meer te realiseren.

7.7 Bijzondere uitvoeringen/geleiding

Een bijzonder type kunstharsgebonden vloerafwerking is de elektrisch geleidende vloer. Deze vloeren worden toegepast in situaties waar statische elektriciteit kan leiden tot explosiegevaar. Voorbeelden zijn ruimtes waar licht ontvlambare brandstoffen worden opgeslagen of als waar gebruik wordt gemaakt van gevoelige, elektrische apparatuur.

Door wrijving kan statische elektriciteit ontstaan die wordt opgeslagen in een niet of slecht geleidende ondergrond. Kunstharsen (kunststoffen) zijn materialen die hiervoor gevoelig zijn. Immers de elektrische weerstand is groot, waardoor ze bij uitstek geschikt zijn als isolatie van bijvoorbeeld elektrische kabels.

Wordt de statische elektriciteit te hoog of komt de laag in contact met een goede geleider dan vindt ontlading plaats en kan een vonk overslaan. Een vervelend gevoel voor de mens maar desastreus als een explosie het gevolg is.

De (elektrische) geleidbaarheid (of het tegenovergestelde: de weerstand) wordt uitgedrukt in de eenheid Siemens (S). Hoe lager deze weerstand in Ohm, hoe beter het materiaal geleid (tabel 27). Een getal 109 betekent een 10 met negen nullen er achter.

Tabel 27: Ohmse weerstand en aanduiding vloer

Weerstand in Ohm	Omschrijving vloer
< 2,5 104	elektrisch geleidend
2,5 104 - 106	half geleidend
106-109/1010	antistatische vloer
> 1012	isolerende vloer

De geleiding wordt gerealiseerd door toevoeging van geleidende (vul)stoffen aan de kunsthars. Dit zijn bijvoorbeeld koolstofvezels, siliciumcarbid of frequent toegepast grafiet. Ook worden in de vloerafwerking geleidende matten of draden opgenomen (koper) die worden geaard.

Het feit dat een kunstharsgebonden vloerafwerking doorgaans slecht geleidend is, kan ook worden gebruikt ter controle op pinholes. Dit zijn holle ruimten c.q. defecten in de coating waar of geen laagdikte of een minimale laagdikte aanwezig is. Ze kunnen worden opgespoord door middel van afvonken (zie 17.7).

8 SIERGRINDVLOEREN

8.1 Inleiding

Siergrindvloeren vormen een belangrijk onderdeel van de kunstharsgebonden vloerafwerkingen. Ze worden toegepast in de woningbouw maar ook in bedrijfsgebouwen. Vaak met een prachtig resultaat en naar volle tevredenheid van de klant. Het aanbrengen van een siergrindvloer is vakwerk. In het verleden heeft het product een slechte naam gekregen door onvakkundig werk. Dit was aanleiding om regelgeving voor siergrindvloeren op te stellen. Deze regelgeving is in 2002 herzien en gepubliceerd in de vorm van CUR-Aanbeveling 87 “Siergrindvloeren met epoxy als bindmiddel”.

Een siergrindvloer is een gespaande vloerafwerking, die bestaat uit al dan niet gekleurd toeslagmateriaal (grind). Het grind heeft daarbij een niet-continue korrelopbouw, maar bestaat wel uit een korrelgroep. Dat wil zeggen dat het toeslagmateriaal zich allemaal tussen twee bepaalde zeefmaten bevindt.
Door deze min of meer uniforme korrelgrootte ontstaat een open structuur van het materiaal. Dit onderscheidt een siergrindvloer bijvoorbeeld van een kunstharsgebonden troffelvloer. De korrels in een siergrindvloer worden aan elkaar ‘gelijmd’ door een bindmiddel. Hiervoor wordt meestal gebruik gemaakt van een epoxy.
Het toeslagmateriaal kan naar wens naturel zijn of gepigmenteerd. Bij een gepigmenteerde korrel wordt het grind omhuld met een coating. Bij een naturel grind blijft dit coaten met pigment achterwege, maar kan door de keuze van het type toeslag natuurlijk wel een ‘gekleurde’ vloer ontstaan. Het bindmiddel zorgt er voor dat de niet-gekleurde korrel een mooie glans krijgt. Deze versterkt de natuurlijke kleur en is te vergelijken met het effect van nat grind.
Omdat de laagdikte van de siergrindvloer doorgaans verschilt per korrelgroep, is het zonder aanvullende voorzieningen of aangepaste werkwijze niet mogelijk om binnen één vloerveld met verschillende korrelgroepen te werken. Wel kunnen vloervelden in verschillende kleuren met elkaar worden gecombineerd. Daarbij kunnen zelfs figuratieve afbeeldingen worden opgenomen in de vloer. Om praktische redenen wordt daarbij gebruik gemaakt van strips tussen de vloervelden; dat levert mooie strakke overgangen op.

8.2 Indeling siergrindvloeren

Voordeel van een CUR-Aanbeveling is dat met verwijzing naar een dergelijk document en enkele eenvoudige classificaties, de eisen min of meer vastliggen. Dit betekent dat niet alles nog eens herhaald hoeft te worden in een contract of opdracht.

Voor het vastleggen van de afspraken hanteert de CUR-Aanbeveling de volgende indeling:
- de korrelgroep
- de kleur
- de mate van geslotenheid van het oppervlak
- de vlakheid

De te kiezen korrelgroep is afhankelijk van het gewenste uiterlijk. Standaard worden vier korrelgroepen onderscheiden (de getallen zijn de zeefopeningen in mm):
- siergrind 1-2
- siergrind 2-3
- siergrind 3-4
- siergrind 4-6

Met piment kan het toeslagmateriaal kan vrijwel elke gewenst kleur worden gegeven. Uiteraard gaan leveranciers uit van een aantal standaardkleuren die zij in hun pakket hebben. Bij grote hoeveelheden is het vaak wel mogelijk een kleur op maat te laten maken.

Een siergrindvloer heeft, zoals gezegd, het kenmerk dat er sprake is van holle ruimten tussen het toeslagmateriaal. Soms is dit ongewenst, bijvoorbeeld in verband met hygiëne. In dat geval kunnen de holle ruimten worden dichtgezet. Daarmee wordt echter wel een concessie gedaan aan het karakter van een siergrindvloer.

In de CUR-Aanbeveling wordt onderscheid gemaakt tussen een:
- open siergrindvloer, waarbij deze niet wordt dichtgezet;
- gesloten siergrindvloer, waarbij de vloer wordt dichtgezet.

Wie denkt dat gesloten ook echt gesloten is, komt enigszins bedrogen uit. In de toelichting staat namelijk: “Een gesloten siergrindvloer wordt verkregen door de holle ruimten die ontstaan aan het oppervlak grotendeels op te vullen met een transparant kunsthars (dichtzetten). Het éénmaal dichtzetten van een siergrindvloer levert geen waterdichte vloerafwerking op. Hiervoor moet de vloer meermalen worden dichtgezet”.

De vlakheid is gekoppeld aan NEN 2747. Omdat met een siergrindvloer in principe geen grote onvlakheden kunnen worden weggewerkt, mag de ondergrond slechts 1 klasse minder vlak zijn. Wanneer een vlakheidseis wordt overeengekomen is het dus raadzaam vooraf de ondergrond te controleren.

8.3 Aandachtspunten voor de uitvoering

Goed gereedschap is het halve werk. Bij siergrindvloeren kan dit worden vertaald naar ‘goede grondstoffen en verwerking staan aan de basis van een goede vloer’. CUR-Aanbeveling 87 stelt daarom eisen aan het toeslagmateriaal, het bindmiddel en de hieruit samengestelde siergrindspecie.
Het pigment waarmee het grind wordt gekleurd, mag de eigenschappen van het bindmiddel niet nadelig beïnvloeden.
Aan het bindmiddel worden eisen gesteld ten aanzien van samenstelling en verwerkingseigenschappen. Ook aan het slijtverlies van het verharde bindmiddel worden eisen gesteld. Het eerste wat slijt is het laagje (epoxy)bindmiddel om de korrels. Is dit laagje te dun, bijvoorbeeld door een verkeerde werkwijze, dan slijt dit snel en verdwijnt vervolgens de kleur rondom het toeslagmateriaal.

Een goede siergrindvloer is niet alleen afhankelijk van goede materialen en een goede verwerking; de ondergrond en de omgevingscondities op het moment van aanbrengen spelen ook een rol. De ondergrond moet een bepaalde sterkte (draagkracht) bezitten en voldoende constructieve stijfheid hebben. Met name bij houten vloeren geeft dit problemen. De stijfheid is vaak onvoldoende. Toch kan ook bij houten vloeren een siergrindvloer worden aangebracht door eerst een ‘tussenvloer’ uit plaatmateriaal aan te brengen. De huidtreksterkte van de ondergrond moet tenminste 0,5 N/mm^2 bedragen.

Alvorens de siergrindspecie aan te brengen, moet op de ondergrond een hechtlaag zijn aangebracht die bij het systeem hoort. De CUR-Aanbeveling schrijft dus verplicht een primerlaag voor. Die is natuurlijk belangrijk voor de hechting. Daarnaast voorkomt een gesloten primerlaag dat ongewenste stoffen in de poreuze ondergrond, vaak een cementdekvloer, trekken.

Uitharden van kunstharsen is een chemische reactie. Dit betekent dat de reactiesnelheid temperatuursafhankelijk is. Het kan natuurlijk niet zo zijn dat het materiaal al zeer kort nadat het is gemengd niet meer te verwerken is. Het kan dan niet meer over de vloer worden verdeeld en verwerkt. In de Aanbeveling is opgenomen dat de verwerkbaarheidsduur bij 20°C tenminste 30 minuten moet bedragen. Uiteraard moeten verpakkingshoeveelheden hierop zijn afgestemd.
Tijdens het aanbrengen moet de ondergrondtemperatuur tussen + 10°C en + 25°C liggen. De omgevingstemperatuur moet tijdens het aanbrengen en gedurende de eerste 48 uur na het aanbrengen tussen + 10°C en + 35°C liggen. De ruimte waar-in de vloer wordt aangebracht moet zodanig zijn en worden geklimatiseerd dat er geen water op de vloer terecht kan komen. Dit leidt tot verkleuring die lastig te verwijderen is. Bij 20°C staat hiervoor 7 dagen, bij 10°C 14 dagen.

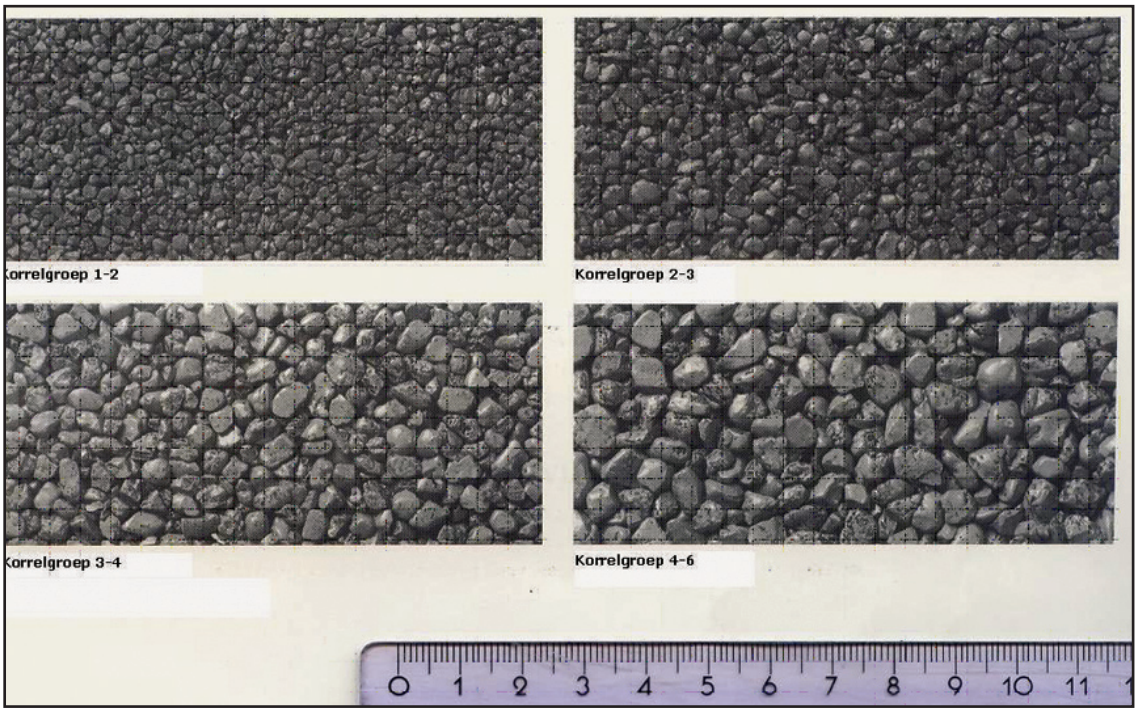
Dilataties in de constructievloer moeten uiteraard worden doorgezet in de siergrindvloer. Of het mogelijk is de siergrindvloer over scheuren in de ondergrond door te zetten, moet van geval tot geval worden bekeken. Niet-bewegende scheuren vormen meestal geen probleem, maar bij bewegende scheuren zal ook de daarop aangebrachte siergrindvloer scheuren.

8.4 Beoordelen resultaat

Een goede proef om vast te stellen of de siergrindvloer goed is aangebracht, is het bepalen van de textuurdiepte. Voorwaarde daarbij is wel dat de siergrindvloer nog niet is dichtgezet. Bij deze proef wordt een afgepaste hoeveelheid vuurgedroogd zand op het siergrindoppervlak aangebracht en gelijkmatig tot een cirkelvormige vlek uitgewreven. Bij een slecht verdichte vloer ontstaat een kleine cirkel, bij een goed verdichte vloer een grote. De grootte van een vlek en de daarbij horende waarde is afhankelijk van de korrelgrootte van het toeslagmateriaal. Bij een grotere cirkelvorm wordt de vlek kleiner. De textuurdiepte wordt berekend aan de hand van de som van vier kruislings gemeten diameters van de cirkel die ontstaat (zie 17.5).

Is de structuur te open, dan is er een grote kans op het uitlopen van steentjes. Ook kan een te grote textuurdiepte wijzen op een ongelijkmatig oppervlak (uitstekende steentjes). Beiden zijn natuurlijk niet gewenst.

Bij handmatige applicatie is er altijd een gevaar dat spaanslagen zichtbaar zijn. Dit kan voor een belangrijk deel worden voorkomen door de vloer onder strijklicht aan te brengen. Pas dan zijn de aanzetten en dergelijke goed te herkennen. Ontstaat er discussie over spaanslagen dan is in de Aanbeveling geregeld dat deze onder normale gebruikssituaties beoordeeld moet worden, tenzij andere afspraken zijn gemaakt. Dit betekent dus dat niet bewust strijklicht mag worden gecreëerd. Als de vloerenlegger dit wel heeft gedaan tijdens het aanbrengen en derhalve de zichtbare spaanslagen heeft verwijderd, zal er geen discussie meer zijn.



Afb. 32: Verschillende korrelgroepen geven verschillend uiterlijk

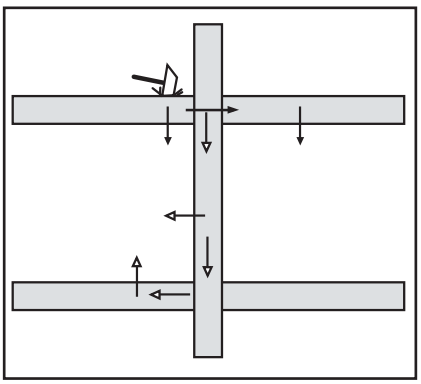
9 ZWEVENDE DEKVLOEREN (NEN 2742)

9.1 Inleiding

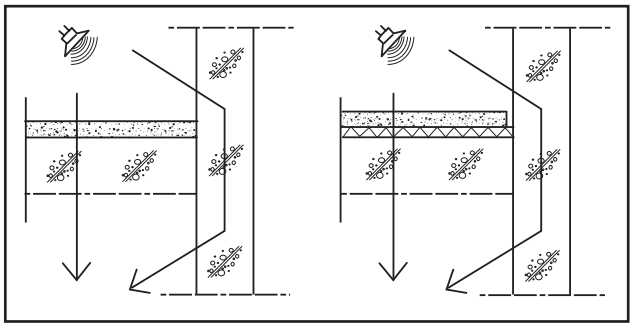
Bij gestapelde woningen, zoals appartementen, wordt het wooncomfort voor een belangrijk deel bepaald door de mate waarin geluiden van buren doordringen in de eigen woning. Dat kan gaan om contactgeluid door bijvoorbeeld het lopen op vloeren. Naast dergelijk contactgeluid kan er ook sprake zijn van flankerend geluid (afb. 33). Berucht zijn de zware hangklokken tegen een woningscheidende muur.
Behalve contactgeluid is er ook sprake van luchtgeluid. Hierbij wordt indirect een vloer of wand in trilling gebracht. Eerst wordt de lucht in trilling gebracht, bijvoorbeeld door muziek. Deze trillende lucht brengt vervolgens de vloer in trilling, wat aan de andere zijde weer als geluid hoorbaar wordt. Geluid is namelijk niets anders dan trillende lucht met een bepaalde frequentie (golflengte) en druk.

In het door de overheid vastgestelde Bouwbesluit zijn eisen gesteld aan de contactgeluidisolatie tussen boven en naast elkaar gelegen woningen (tabel 31). Deze eisen zijn de afgelopen jaren steeds zwaarder geworden. Om nog meer comfort te krijgen, worden vaak nog hogere eisen gesteld dan vastgelegd in het Bouwbesluit. Eisen die steeds vaker alleen maar praktisch realiseerbaar zijn door een zwevende dekvloer.

Een zwevende dekvloer is niets anders dan een dekvloer die wordt aangebracht op een dik, goed samendrukbaar materiaal. Vandaar dat in sommige publicaties ook wel gesproken wordt van verend opgelegde vloeren. Meestal is de keuze voor een zwevende dekvloer gebaseerd op een gewenste verbetering van de contactgeluidisolatie. In een enkel geval wordt deze vloer gekozen uit thermisch oogpunt, bijvoorbeeld in combinatie met vloerverwarming.



Afb. 33: Contactgeluid door tikken op de vloer



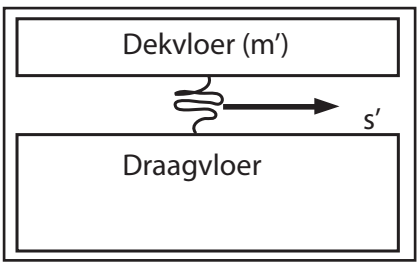
Afb. 34: Contactgeluid op de vloer wordt verminderd door isolatie, flankerend geluid blijft

Om een geluidreductie te realiseren, wordt gebruik gemaakt van de dempende werking van een massa-veersysteem. Bij dit systeem wordt een relatief stijf materiaal aangebracht op een relatief minder stijve ondergrond. Daarbij gaat het niet om de mechanische stijfheid van het materiaal, maar om de dynamische stijfheid. Deze wordt uitgedrukt in MegaNewton/m^3 (MN/m^3).

De dempende werking is afhankelijk van de verhouding tussen deze dynamische stijfheid en de massa die hierop is aangebracht. Deze bepaalt de zogenoemde resonantiefrequentie (fo). Zaak is nu deze resonantiefrequentie zo laag mogelijk te houden (liefst minder dan 80 Hz). Globaal is deze resonantiefrequentie te berekenen uit:

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

Hierin is:
f0 de resonantiefrequentie
s' de dynamische stijfheid van de verende laag
m' de massa van de dekvloer



Afb. 35: Massa-veersysteem dat zorgt voor demping

NEN-EN 13163 deelt materialen op basis van de dynamische stijfheid in 8 klassen in. Hiervan zijn voor akoestisch zwevende dekvloeren vooral de laagste klassen bruikbaar. De dynamische stijfheid wordt overigens beïnvloed door de dikte van het materiaal en is dus geen vast getal. Ook het op elkaar stapelen van isolatiemateriaal kan voor het geheel leiden tot een ander dynamisch gedrag dan de afzonderlijke platen.
Daarom is het belangrijk altijd bij de leverancier te informeren welke dynamische stijfheid in een specifiek geval van toepassing is.

Tabel 28: Klassen dynamische stijfheid (NEN-EN 13163)

Klasse	SD50	SD40	SD30	SD20	SD15	SD10	SD7	SD5
Eis (MN/m3)	< 50	< 40	< 30	< 20	< 15	< 10	< 7	< 5

9.2 Dikte van de dekvloer

Een dekvloer die direct op een betonnen ondergrond (de draagvloer) wordt aangebracht, wordt niet op buiging belast. Belastingen op de vloer worden min of meer direct doorgegeven aan de dragende ondergrond.

Bij een zwevende dekvloer is dit niet het geval. Deze dekvloer is min of meer dragend en zal onder invloed van de belasting willen doorbuigen. Dit leidt naast druksterkte ook tot buigspanningen in het materiaal. Concreet betekent dit dat bij een zwevende dekvloer de buigtreksterkte van groter belang is dan de druksterkte. De buigtrekspanning die ontstaat in de dekvloer is daarbij afhankelijk van de dikte van de vloer.
Bij een doorbuigende vloer treedt de buigtreksterkte op aan de onderzijde. Hier zal het materiaal dus een goede samenhang moeten bezitten.

Een goede verdichting van een (cementgebonden) dekvloer is dan ook een eerste vereiste. Bij gespaande dekvloeren zal dit de nodige aandacht vragen. Immers, gelet op de beperkte buigtreksterkte van een traditionele zand-cementmortel zal de dekvloer al snel vele centimeters dik moeten zijn. Aanbrengen in twee lagen en bij voorkeur mechanisch verdichten is dan wenselijk. Vooral het mechanisch verdichten is niet altijd goed mogelijk op een zachte ondergrond. Dit kan worden ondervangen door de plasticiteit van de mortel te vergroten. Dus in plaats van werken met een aardvochtige specie, werken met een meer vloeibaar materiaal. Als snel betekent dit dus de keuze voor een gietdekvloer. Hierbij is sprake van een (nagenoeg) zelfverdichtende mortel, waardoor verdichten niet nodig is om een goede samenhang te verkrijgen. De kans op uitvoeringsfouten is hierdoor aanmerkelijk kleiner. Gietdekvloeren zijn dan ook bij uitstek geschikt voor zwevende dekvloeren.

Nog belangrijker is wellicht dat gietdekvloeren doorgaans gekenmerkt worden door een relatief hoge buigtreksterkte. Voor calciumsulfaat gietdekvloeren kan al snel worden uitgegaan van een buigtreksterkte van 4 N/mm^2 of meer. Een gesmeerde cementgebonden dekvloer haalt bij de gebruikelijke sterkteklassen vaak nog geen 1 N/mm^2. Dit betekent dat gietdekvloeren in vergelijking met een gespaande dekvloer veel dunner aangebracht kunnen worden.
De dekvloerdikte van een zwevende dekvloer is namelijk afhankelijk van de buigtreksterkte van het materiaal en de optredende belasting. Ook een rol speelt de stijfheid van het isolatiemateriaal.

In NEN 2742 zijn rekenregels opgenomen alsook een tabel met dikten. Daarbij is uitgegaan van de veronderstelling dat een puntlast van 1,5 kN in een hoek van een vloerveld maatgevend is in de woningbouw. Bij een kantoorgebouw is uitgegaan van 3,0 kN. Het spreekt voor zich dat in de praktijk moet worden nagegaan of dit ook daadwerkelijk het geval is. Een lijnlast (in kN/m) mag ongeveer 3,3 keer groter zijn dan een puntlast. Tabel 14 toont het overzicht zoals opgenomen in NEN 2742.

De dekvloerdikte kan voor een puntlast F of lijnlast Q ook worden berekend uit:

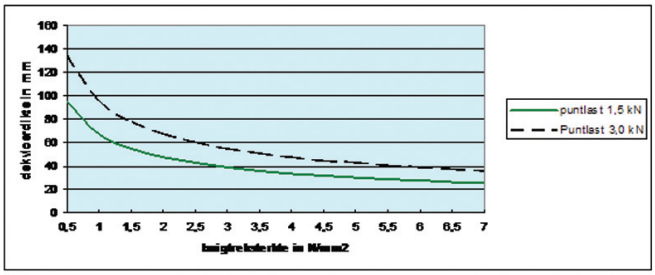
$$h = \sqrt{\frac{3 \cdot F}{f_{bt}}} \qquad h = \sqrt{\frac{0{,}9 \cdot Q}{f_{bt}}}$$

Waarin: :
h de dikte van de dekvloer in mm
F de puntlast in N
Q de lijnlast in N/mm
fbt de buigtreksterkte in N/mm^2

Tabel 29: Laagdikte afhankelijk van belasting en buigtreksterkte.

Buigtreksterkte In N/mm2	Klasse volgens NEN-EN 13813	Puntlast 1,5 kN of lijnlast 5 kN/m (woongebouw)	Puntlast 3,0 kN of lijnlast 10 kN/m (kantoorgebouw)
1,0	F1	70	95
2,0	F2	50	70
3,0	F3	40	55
4,0	F4	35	50
5,0	F5	30	45
6,0	F6	30	40
7,0	F7	25	35

In afb. 36 is de dikte relatie grafisch weergegeven. Te zien is dat de dikte eerst sterk daalt met toenemende buigtreksterkte. Daarna is de winst beperkt en wordt al snel de ondergrens van de laagdikte bereikt. In NEN 2742 is om praktische redenen namelijk een minimumdikte voorgeschreven van 25 mm. Indien leidingen zijn opgenomen in de dekvloer moet de dikte hiervan bij deze minimale waarde worden opgeteld.



Afb. 36: Dikte in relatie tot buigtreksterkte bij zwevende dekvloer

De norm neemt de stijfheid van de ondergrond als vertrekpunt bij het bepalen van de dekvloerdikte. Niet door hiervoor ingewikkelde berekeningen toe te passen. In plaats daarvan wordt gesteld dat de samendrukbaarheid van het isolatiemateriaal niet meer mag bedragen dan 5 mm. Het gaat daarbij nadrukkelijk niet om de samendrukbaarheid van het materiaal in het werk, maar om de samendrukbaarheid bepaald volgens NEN-EN 12431 onder laboratoriumbeproeving.
De theorie achter het bepalen van de laagdikte is ontleend aan elastisch ondersteunde vloeren. De daarbij gehanteerde formules houden rekening met de 'veerconstante' van het isolatiemateriaal bij het berekenen van spanningen in de vloer. Indien deze relatief ingewikkelde formules worden gehanteerd, kan met mogelijk geringere laagdikten worden volstaan. Evenwel moet worden bedacht dat zeker bij gietdekvloeren het voordeel beperkt is of niet bestaat. Dit vanwege de uit praktische gronden aan te houden minimale laagdikte.

Thermische isolatie is doorgaans veel stijver. Dit betekent dat de beschreven dekvloerdikten in NEN 2742 aan de veilige kant zijn.
De samendrukbaarheid van 5 mm komt overeen met de laagste klasse, zoals opgenomen in productgebonden normen voor isolatiematerialen. Dit is een klasse CP 5 (zie tabel 30).
Overigens is het niet bij elk isolatiemateriaal verplicht deze CP-klasse te bepalen.

Voor isolatiematerialen waar dit niet verplicht is volgens de productnorm wordt uitgegaan van het kruipgedrag. Hiervoor is in NEN 2742 bepaald dat de totale belasting op het isolatiemateriaal ten gevolge van de dekvloer, de vloerafwerking en de in rekening te brengen belastingen gezamenlijk, lager moet zijn dan de door de producent opgegeven drukspanning. Daarbij moet nog worden voldaan aan de vereisten in de desbetreffende productnorm ten aanzien van de kruipvervorming en totale diktevermindering over een periode van 50 jaar.

Een belangrijk aandachtspunt bij het toepassen van zwevende dekvloeren is dus de tijdsafhankelijke vervorming van het isolatiemateriaal. Onder invloed van de bovenbelasting ‘zakt’ het isolatiemateriaal namelijk in. Als de bovenbelasting gelijkmatig is, gebeurt dit zakken ook gelijkmatig. Als de belasting ongelijkmatig is, bijvoorbeeld door schotelen van de dekvloer of zware kasten langs de wand, gebeurt dit ongelijkmatig (afb. 37).
Met deze vervormingen zal dus rekening gehouden moeten worden bij het afwerken van de vloer. Zo zal bijvoorbeeld geen starre aansluiting moeten plaatsvinden tussen plint en tegelvloer. Iets wat ook al af te raden is vanuit akoestisch oogpunt.

Afb. 37: Isolatie kan ongelijkmatig worden ingedrukt. Een starre koppeling langs wanden dus voorkomen (ook al vanuit akoestisch oogpunt)

Tabel 30: Samendrukbaarheid isolatie (1 kPa is ongeveer 100 kg/m^2)

Dekvloerbelasting ten hoogste [kPa]	Samendrukbaarheid (bepaald volgens EN 12431	Aanduiding klasse
5,0	≤ 2 mm	CP2
4,0	≤ 3 mm	CP3
3,0	≤ 4 mm	CP4
2,0	≤ 5 mm	CP5

9.3 Akoestische prestatie

Uiteraard moet na het op sterkte selecteren van de dekvloerdikte getoetst worden of met de gekozen combinatie van isolatie en dekvloer een akoestisch of thermisch goed functionerend systeem is verkregen.

Tot voor kort werd de verbetering van de contactgeluidisolatie aangeduid met Ico. Harmonisatie binnen Europa vereiste dat deze in Nederland ingeburgerde term vervangen is door een andere aanduiding, namelijk $L_{nT,A}$. Deze eenheid zal ook in het (nieuwe) Bouwbesluit worden opgenomen. De relatie met de nu nog bekende I_{co} is globaal:

$L_{nT,A} = 59 - I_{co}$

Voor de akoestische toets van het systeem isolatie-dekvloer zijn in NEN 2742 criteria opgenomen. Nadrukkelijk gaat het hierbij om een toets om te mogen spreken van een akoestisch isolerend systeem. Uiteraard moet aanvullend altijd nog worden nagegaan of met het systeem wordt voldaan aan de eventueel contractueel overeengekomen eis, dan wel de eis in het Bouwbesluit.
Aan tenminste één van de volgende voorwaarden moet worden voldaan.

- De resonantiefrequentie van het massa-veersysteem (dekvloer-isolatie) mag ten hoogste 60 Hz bedragen. Deze frequentie wordt berekend uit 160 maal de wortel uit de dynamische stijfheid van de isolatie gedeeld door de massa van de dekvloer.
- De verbetering van de geluidisolatie door de combinatie isolatiemateriaal en de dekvloer, uitgedrukt in het symbool ΔL_{lin}, moet tenminste 13 dB bedragen.

De verbetering van de geluidisolatie van een combinatie isolatiemateriaal-dekvloer wordt onder standaard laboratoriumcondities gemeten. In Nederland wordt hiervoor NEN-EN-I_{SO} 140-8 gehanteerd. De te onderzoeken, zwevende dekvloer wordt daarbij aangebracht op een gestandaardiseerde basisvloer van circa 140 mm massief beton, waarna de geluidsisolatie met en zonder de te beoordelen zwevende vloer wordt gemeten. Uit de frequentie-afhankelijke resultaten wordt de eengetalsmaat ΔL_{lin} van het betreffende systeem bepaald. In het buitenland wordt dezelfde testmethode gehanteerd, maar daar wordt het resultaat vaak vertaald andere aanduidingen. Daarom zal ook de aanduiding van ΔL_{lin} veranderen.

Het Bouwbesluit stelt eisen aan de contactgeluidisolatie van de totale vloer, dus draagvloer, dekvloer en isolatie. Zoals gezegd, werd hiervoor het begrip contactgeluidisolatie index (I_{co}) gebruikt. De I_{co} waarde van de totale vloer wordt dus bepaald door:

- *de draagvloer*
  De contactgeluidisolatie neemt toe bij een toenemende oppervlaktemassa van de draagvloer.

- *de contactgeluidisolatie verbetering van de zwevende dekvloer*
  De contactgeluidisolatie neemt toe bij een toenemende ΔL_{lin} waarde.

Sinds 2003 geldt dat de I_{co} tussen een besloten ruimte en het verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie, bijvoorbeeld twee boven elkaar gelegen woonkamers in een appartementsgebouw, tenminste 5 dB moet bedragen. Indien hinder verder moet worden beperkt, geldt een streefwaarde van tenminste 10 dB. Een isolatiewaarde van 10 dB betekent globaal dat geluid door een persoon de helft zachter wordt ervaren. Anders gezegd: een geluid dat door de mens 2 x zo hard wordt ervaren, komt overeen met een stijging van ongeveer 10 dB.

Als er sprake is van een zware, massieve betonvloer kan onder voorwaarden aan de eis van 5 dB worden voldaan zonder zwevende dekvloer. Voor eisen van 10 dB of meer is over het algemeen een zwevende dekvloer nodig (tabel 31).

9.4 Uitvoering

Een ontwerp kan fantastisch zijn. Uiteindelijk valt of staat de akoestische isolatiewaarde met een juiste uitvoering. Het probleemloos kunnen uitvoeren van een zwevende dekvloer vereist een goede voorbereiding. Enkele aandachtspunten worden hier besproken.

Contactbruggen
Contactbruggen tussen de dekvloer en de draagvloer mogen niet voorkomen. Er zijn slechts enkele contactbruggen nodig om de werking van een zwevende dekvloer geheel teniet te doen. Een aantal maatregelen helpen om contactbruggen te voorkomen, nl.:

- Gietspecies zijn vloeibaar. Dit betekent dat weglekken moet worden voorkomen. Als het isolatiemateriaal specie kan opnemen, moet op het isolatiemateriaal een folie worden aangebracht. Eveneens is een folie nodig om het weglekken van specie tussen plaatnaden te voorkomen. Uiteraard is dit

Tabel 31: Eis contactgeluidisolatie index en mogelijkheid deze te bereiken

	Eis Ico	Realiseerbaar door
Bouwbesluit: Besloten ruimte met aangrenzend besloten ruimte, anders dan een verblijfsgebied	≥ 0 dB	Draagvloer ≥ 675 kg/m^2
Bouwbesluit: Besloten ruimte onder/boven een verblijfsruimte	≥ 5 dB	Draagvloer ≥ 800 kg/m^2 Draagvloer ≥ 500 kg/m^2 + ΔL_{lin} ≥ 10 dB Draagvloer ≥ 400 kg/m^2 + ΔL_{lin} ≥ 13 dB
Comforteis	≥ 10 dB	Draagvloer ≥ 650 kg/m^2 + ΔL_{lin} ≥ 10 dB Draagvloer ≥ 550 kg/m^2 + ΔL_{lin} ≥ 13 dB

niet nodig indien de platen geen naden vertonen of naden tussen platen zijn afgeplakt met tape. Wanneer isolatiemateriaal is voorzien van een aluminium cachering blijft een folie altijd wenselijk. In contact met de vloeibare specie kan anders gasvorming ontstaan.
- Om contactbruggen met aansluitende bouwdelen tegen te gaan, moet de dekvloer worden vrijgehouden van de randen. Daar zijn kantstroken voor nodig.
- Leidingdoorvoeren moeten met grote zorgvuldigheid worden uitgevoerd. De leiding mag geen contact maken met de vloer. Overigens kan het ook om reden van flankerend geluid belangrijk zijn leidingen goed te isoleren. Denk daarbij aan afvoerleidingen van vuilwater (toilet) en dergelijke.

Uitvlaklaag
Wanneer leidingen op de draagvloer worden aangebracht, dient dat bij voorkeur te gebeuren in de uitvlaklaag alvorens de isolatie aan te brengen. Door de uitvlaklaag ontstaat een vlakke ondergrond waarop het isolatiemateriaal vlak kan worden aangebracht. Indrukking van de isolatie ter plaatse van de leidingen, met een mogelijk nadelig effect op de akoestische prestatie, wordt zo voorkomen. Soms kunnen de leidingen in de isolatie worden aangebracht.

Als in de zwevende gietdekvloer leidingen worden opgenomen, moet de dikte van de vloer met de dikte van deze leidingen worden verhoogd. Dit betekent een (nog) dikkere vloer. Als het dus gaat om een enkele leiding, houdt dit overal veel extra materiaal in.

Aansluitingen op wanden
Vanwege de samendrukbaarheid en kruip van isolatiemateriaal moeten starre aansluitingen op plinten e.d. worden voorkomen. Een maatregel die toch al noodzakelijk is als het gaat om een akoestische isolatie.

Inbouwhoogte
Maar al te vaak blijkt onvoldoende rekening te zijn gehouden met de ‘inbouwdikte’ van het vloerenpakket. Als de ruwbouw klaar is, wordt het vervolgens woekeren met de ruimte. Overstappen van cement op calciumsulfaat als bindmiddel kan een besparing in dikte opleveren. Een hogere sterkteklasse zet minder zoden aan de dijk en levert zeker bij cement praktische problemen op. Schade en teleurstelling kan dan het gevolg zijn. Reden genoeg dus om vooraf de consequenties van het Bouwbesluit te onderkennen en rekening te houden met de forse pakketdikten die nodig kunnen zijn.

10 VLOEISTOFDICHTE VLOEREN

10.1 Vloeistofdichte vloeren

In de Nederlandse wetgeving is bepaald dat bij activiteiten die bodembedreigend zijn, voorzieningen moeten worden getroffen ter bescherming van het milieu. Of en waar dit nodig is, kan worden vastgesteld met behulp van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB). Daarbij wordt een analyse gemaakt van het bedrijfsproces en de stoffen die hierbij kunnen vrijkomen. Afhankelijk van deze combinatie moeten bepaalde maatregelen worden genomen die voor een zogenoemd verwaarloosbaar bodemrisico (bodemrisico categorie A) zorgen. Een van de maatregelen voor een verwaarloosbaar bodemrisico is het aanleggen van een vloeistofdichte voorziening. Soms volstaat een vloeistofkerende vloer in samenhang met bedrijfsorganisatorische maatregelen.

10.2 Wat is vloeistofdicht?

Binnen het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV) zijn de afgelopen jaren diverse regelgevende documenten tot stand gekomen. Documenten die ook zijn overgenomen (althans gedeeltelijk) in de wet en de regelgeving. In deze documenten is het begrip ‘vloeistofdicht’ gedefinieerd.

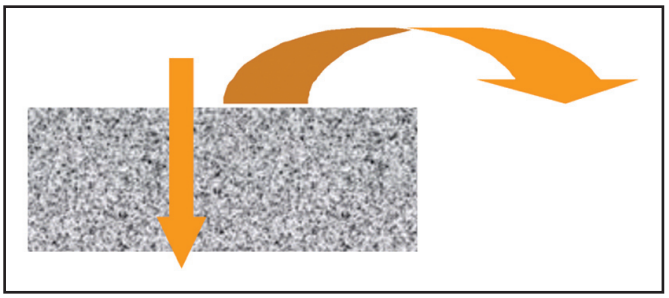
Vloeistofdicht is de situatie waarbij een vloeistof de niet met vloeistof belaste zijde van een voorziening niet heeft bereikt. Wat breder gesteld geldt dat een vloer vloeistofdicht is als (afb. 38):

a. er geen vloeistof door de vloer heen trekt;
b. er geen vloeistof van de vloer kan afstromen, anders dan naar opvangputten en dergelijke;
c. zichtbaar is waar de vloeistof blijft bij bevestigingen, roosters en dergelijke.

Het eerste punt a. betekent dat de bodembedreigende vloeistof dus in het materiaal mag trekken als het de achterzijde maar niet bereikt. Of dit altijd gewenst is, is een tweede. In theorie bijvoorbeeld zal een betonvloer van 250 mm dik volledig met olie verzadigd mogen raken tot bijna de onderzijde. De vloer is dan nog steeds vloeistofdicht. Het spreekt voor zich dat het vervolgens slopen van deze vloer leidt tot een enorme hoeveelheid chemisch verontreinigd materiaal en dus hoge kosten voor verwerking.
Scheuren die door de gehele vloer lopen zijn niet toelaatbaar, ongeacht de grootte. In de praktijk is de wijdte van de scheur wel degelijk van invloed op het daadwerkelijke transport van een vloeistof; net als de aard van de vloeistof. De regeling is echter wel duidelijk en biedt weinig ruimte voor misverstanden.

Het tweede punt (punt b.) betekent dat een vloer altijd beëindigd moet worden met een opstaande rand, tenzij er afschot aanwezig is naar binnen toe. Nu geldt inmiddels wel dat de wet onder voorwaarden ruimte biedt om maar een gedeelte van de vloer vloeistofdicht uit te voeren. Een dorpel of opstand is dan niet nodig. Voorwaarde is wel dat de vloer in omtrek tenminste 2 meter groter is dan het grootse object waaruit vloeistoffen kunnen vrijkomen.

Het laatste punt (punt c.) betekent dat machines op een vloer rondom afgekit moeten zijn. Als de machine zelf vloeistof kan lekken, zal dit visueel waarneembaar moeten zijn. Vaak is het dan beter de machine in een lekbak te plaatsen, waarbij langs de zijkanten zichtbaar is of bijvoorbeeld olielekkage plaatsvindt. Bij kleine objecten, waar onderdoor gekeken kan worden, is afkitten niet nodig. Er kan immers onder de machine worden gekeken.



Afb. 38: Principe vloeistofdicht, niets er doorheen en niets er van af

Vloeistofdicht betekent dus dat er niets door de vloer mag trekken en dat er niets af mag lopen. Dit geldt dus ongeacht de vloeistof. Ook mogen er geen gebreken voorkomen zoals doorlopende scheuren. De scheurwijdte is daarbij niet relevant.
Vloeistofkerend betekent dat gemorste vloeistof opgeruimd kan worden voordat het de bodem bereikt. Scheuren zijn in dit geval dus wel in zekere mate toelaatbaar (denk bijvoorbeeld ook aan het morsen van zeer vluchtige vloeistoffen, die al zijn verdampt voordat ze in de scheur kunnen trekken). Overigens moet er bij een vloeistofkerende vloer wel sprake zijn van organisatorische beheermaatregelen of incidentenmanagement om ervoor te zorgen dat er ook daadwerkelijk wordt opgeruimd als dit nodig is.

Tabel 32: Beoordelingsaspecten vloeistofdichtheid

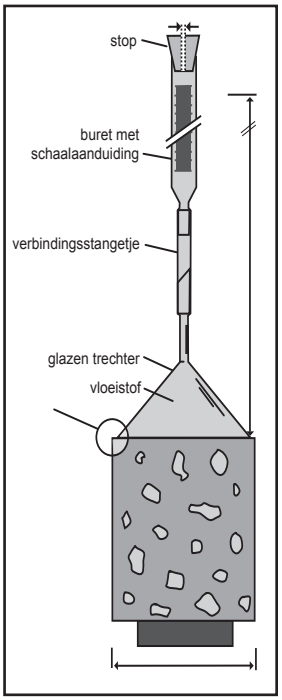
Aspect	Enkele voorbeelden beoordelingsaspecten
Constructie/materiaaltoepassing	Bij beton: • breuk of scheuren in de vloer • mechanische beschadigingen • grindnesten
	Bij coatings: • blaasvorming • onthechting • scheuren
Bestandheid chemicaliën	Verweking, aantasting
Indringing verontreiniging	Aanwezigheid vlekken, diepte van de indringing
Doorvoeren en bevestigingen	Afgedicht, zodat geen indringing mogelijk is
Afschot en vloeistofkering	Afschot vloer opstanden aanwezig
Voegvullingen en afdichtingprofielen	Onthechting, scheuren, aantasting, volledig aanwezig

10.3 Waterdicht is niet vloeistofdicht

Vloeistofdicht moet niet worden verward met waterdicht. Bij het testen op waterdichtheid van bijvoorbeeld beton wordt namelijk veelal gebruik gemaakt van water dat onder wisselende druk gedurende een aantal dagen op het materiaal wordt aangebracht. Vervolgens wordt de indringdiepte gemeten. Bij een indringing van minder dan 50 mm wordt over het algemeen gesproken van een waterdicht materiaal. In de praktijk zal het evenwicht van aanvoer en afvoer (verdamping) bepalen of een betonwand waterdicht is. Is de afvoer groter dan de aanvoer dan oogt het oppervlak droog en kan het als waterdicht worden bestempeld. Nadeel is dat de waterdichtheid in dat geval wordt ontleend aan en afhankelijk is van de luchtcondities.
Opmerkelijk is dat voor 'gecertificeerd' vloeistofdicht beton wordt gekeken naar deze waterindringing. Bij vloeistofdichte vloeren wordt de indringing echter bepaald volgens de capillaire absorptieproef (afb. 39).

Bij het testen van de vloeistofdichtheid van een materiaal met de absorptieproef wordt geen forse druk gebruikt, zoals wel het geval is bij het beproeven van de waterdichtheid. Bij het beproeven van de waterdichtheid wordt de druk in stappen opgevoerd van 1,3 tot uiteindelijk 7 bar. Bij het testen op vloeistofdichtheid gaat het slechts om een vloeistofkolom van 400 mm. Een nog belangrijker verschil is dat de vloeistof dus niet in het materiaal wordt geperst, maar 'vrij' de gelegenheid krijgt in het materiaal te trekken. Vandaar dat gesproken wordt over de capillaire absorptieproef. Beide proeven geven afwijkende resultaten.

Omdat enerzijds de proef anders is (capillair opnemen werkt anders dan onder druk vloeistof door een materiaal persen) als ook dat water ten opzichte van veel chemische vloeistoffen duidelijk andere eigenschappen heeft, mag waterdicht niet gelijk gesteld worden aan vloeistofdicht.

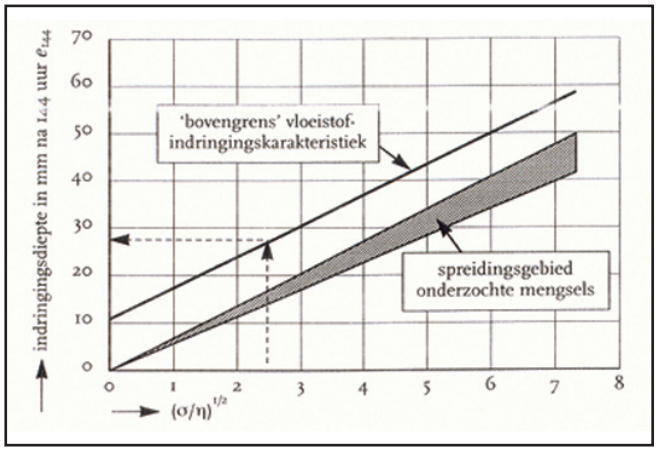


Afb. 39: Proefopstelling capillaire absorptieproef

10.4 Vloeistofdicht beton

In de geest van de regelgeving is eigenlijk elke betonsoort vloeistofdicht wanneer de belastende vloeistof nog niet de achterzijde van de betonconstructie heeft bereikt.

In het verleden is de indringing van vloeistoffen onderzocht indien een capillaire absorptieproef wordt uitgevoerd. Dit heeft een vloeistofindringingskarakteristiek opgeleverd. Een grafiek die overigens geldt voor beton met een CEM III cement (hoogovencement), CEM II cement (portlandvliegas) of een combinatie van ten hoogste 20% CEM I (portlandcement) en CEM III-cement. De water-cementfactor mag ten hoogste 0,5 zijn.



Afb. 40: Indringingskarakteristiek

Het blijkt dat de indringing een rechte lijn is, afhankelijk van de verhouding tussen oppervlaktespanning en viscositeit van de vloeistof (x-as in grafiek). Dit is handig, omdat zo gebruik kan worden gemaakt van alternatieven wanneer schadelijke stoffen getest moeten worden.

Voorheen moest een vloer tenminste 1,5 tot 2 keer dikker zijn dan de verwachte indringing. Deze werd dan eerst bepaald of waarvoor de getoonde grafiek werd gehanteerd. De maximale indringing, zoals weergegeven in de grafiek, is echter zodanig dat de constructieve dikte veelal meer maatgevend is. Vandaar ook dat tegenwoordig in de ontwerprichtlijn voor vloeistofdichte vloeren (CUR/PBV-Aanbeveling 65) wordt uitgegaan van minimale dikten. Voor een elastisch ondersteunde betonvloer (binnen) is dit 160 mm en voor een betonverharding (buiten) 180 mm.

Aan betonmortel die voor vloeistofdichte betonconstructies wordt geproduceerd, worden onder meer de volgende eisen gesteld in de beoordelingsrichtlijn voor betonmortel (BRL 1801):

- sterkteklasse C20/25 of hoger;
- voor de gemeten maximale vloeistofindringing bepaald volgens NEN-EN 12390-8 geldt:
  - voor individuele waarnemingen: ≤ 50 mm;
  - voor het gemiddelde van drie opeenvolgende waarnemingen: ≤ 25 mm.

Nogmaals, bij een inspectie op vloeistofdichtheid wordt gekeken of er geen vloeistoffen zijn die de andere zijde hebben bereikt. Dit staat dus los van het beton dat is toegepast en de dikte. Wel zullen het beton en de dikte de levensduur van de vloer bepalen. Een vloeistofdichte betonvloer kan dus met elk beton worden gemaakt, tenzij is voorgeschreven dat deze onder 'certificaat' moet worden aangelegd. De voorwaarden voor het certificaat vereisen dan een ontwerp en uitvoering volgens de regelgeving.

10.5 Vloeistofdicht beton is geen vloeistofdichte vloer

Veel discussie ontstaat door het misverstand dat vloeistofdicht beton nog geen vloeistofdichte vloer oplevert. Immers, als er scheuren aanwezig zijn of zaagsneden die niet zijn afgedicht, is de vloer niet vloeistofdicht. Het is dus van groot belang om bij het aangaan van een overeenkomst goed na te gaan wat is gevraagd:
Verwerken van vloeistofdicht beton of het maken van een vloeistofdichte vloer.

In het eerste geval zal het vaak voldoende zijn om via een bon van de centrale aan te tonen dat het beton een certificaat vloeistofdicht heeft (KOMO productcertificaat). In het andere geval kan veel extra werk nodig zijn, zoals kitwerk. Verder zal vloeistofdicht beton vloeistofdicht blijven (althans het hoeft maar één keer aangetoond te worden). Voor een vloeistofdichte vloer geldt dit niet. Niet zelden ontstaan pas enige tijd na het storten en afwerken scheuren of komen kitvoegen los door de optredende krimp. Een andere vaak voorkomende situatie is dat zaagsneden niet volledig zijn doorgezet en afgedicht tot tegen een kolom of bouwmuur. Krimp zal dan leiden tot scheuren die nadien afgedicht moeten worden (afb. 41).

Afb. 41: Een vloeistofdichte vloer blijft niet altijd vloeistofdicht

Afb. 42: Een kitvoeg is niet altijd even fraai en duurzaam

10.6 Kunstharsgebonden vloeren als bodembescherming

In ruimten waar gewerkt wordt met bodembedreigende stoffen biedt een kunstharsgebonden vloerafwerking een aantal voordelen. Die hebben rechtstreeks te maken met de eigenschappen van kunsthars. Wel is het zo dat er diverse vloersystemen zijn met uiteenlopende prestaties. Ook kunnen de eigenschappen door chemische modificatie binnen vrij ruime grenzen worden gevarieerd. Denk bijvoorbeeld aan de mate van elasticiteit/hardheid. Het is dan ook altijd zaak het juiste materiaal en de juiste vloer te kiezen uit het brede aanbod van producten en systemen.
De chemische bestandheid van kunstharsen is goed tot redelijk. Een groot voordeel is dat kunstharsen zowel bestand zijn tegen zuren als logen (afhankelijk van de concentratie en temperatuur). Cement bijvoorbeeld lost op in een zuur, met als gevolg aantasting van de oppervlaktelaag. Bij ruimten waar met uiteenlopende stoffen, zowel zuren als logen, wordt gewerkt, is de keuze voor een kunstharsvloer verstandiger.

Een kunstharsgebonden vloer zal niet of nauwelijks vloeistof opnemen. Gemorste vloeistoffen kunnen eenvoudig worden opgeruimd en dat levert voordelen op bij latere sloop van de vloer. Een kunstharsgebonden vloer betekent dan ook de mogelijkheid voor een schone vloer van esthetisch hoog niveau.

Een ander voordeel van kunstharsgebonden vloeren is dat kleine scheuren in de ondergrond overbrugd kunnen worden. Bij een betonvloer daarentegen moeten doorlopende scheuren afgedicht worden. Een kitvoeg vraagt in verhouding veel onderhoud en is esthetisch minder fraai dan een kunstharsgebonden vloerafwerking (afb. 42).

In CUR/PBV-Aanbeveling 64 “Vloeistofdichte kunstharsgebonden systemen” zijn eisen opgenomen aan de materialen en systemen die voor dit doel worden toegepast. In het document wordt veel aandacht besteed aan het op een juiste wijze beoordelen van de ondergrond en de optredende belastingen. Bijzonder is ook de indeling van scheuren in klassen, die op hun beurt weer worden gebruikt voor het indelen van het scheuroverbruggend vermogen dat een coating moet hebben.
Voor het bepalen van het scheuroverbruggend vermogen is in het document een proefmethode opgenomen, waarbij onderscheid wordt gemaakt in kunstharsgebonden vloerafwerkingen die buiten of die binnen worden toegepast. Er wordt uitgegaan van een applicatie op proeftegels op een wijze zoals voorgeschreven door de leverancier.

Praktisch geldt dat het scheuroverbruggend vermogen afhankelijk is van de laagdikte en uiteraard de rekcapaciteit van het materiaal. Immers, er geldt behoud van volume, zodat het overbruggen van een grotere afstand alleen gepaard kan gaan met het dunner worden van het materiaal (zie ook 7.5.3).
Elastische lagen zullen dan ook altijd een behoorlijke dikte moeten hebben als ze relatief grote vervormingen moeten ondergaan. Daarbij kan nog wel enigszins gebruik worden gemaakt van de lengte. Als de coating over een grotere breedte losgehouden wordt van de onderzijde, dan kan de laagdikte minder worden. Immers, er is meer materiaal beschikbaar dat kan vervormen. Het is dus niet altijd verstandig rondom scheuren te zorgen voor hechting van de kunstharsgebonden vloerafwerking.
Bij bewegende scheuren is het bovendien van belang dat bewegingen duurzaam opgevangen kunnen worden. Dit betekent dat de mate waarin het materiaal mag uitrekken veelal beperkt is. Doorgaans komen producten, zelfs kit, niet veel verder dan 20% of 25% duurzaam toelaatbare vervorming. Dit houdt in dat het maximaal ten hoogste 20% tot 25% mag vervormen (uitgerekt).

11 VLOERAFWERKINGEN

11.1 Inleiding

Dekvloeren worden niet zelden afgewerkt met steenachtige vloeren of houten vloeren. Daarom wordt in dit (dek)vloerenboek aan beide, op hoofdlijnen, enige aandacht geschonken. Naast een algemene beschrijving van de producten is de informatie vooral van belang om te begrijpen dat het aanbrengen van een stenen of houten vloer eisen stelt aan de dekvloer. Omgekeerd geldt dat bij het aanbrengen van deze vloeren rekening gehouden moet worden met de prestaties die de dekvloer kan leveren. Voor de volledigheid wordt in dit hoofdstuk ook op hoofdlijnen ingegaan op vloerbedekking.

11.2 Natuursteen

11.2.1 Natuursteen, indeling

Natuursteen is samen met hout één van de oudste vloerafwerkingen. Er zijn vele soorten natuursteen die bijna allemaal geschikt zijn als vloerafwerking. Er zijn evenwel grote verschillen in de eigenschappen van de natuursteensoorten en daarmee in de geschiktheid voor bepaalde toepassingen of toepassingsgebieden. Natuursteen kan bestaan uit nagenoeg één mineraal, zoals bij marmer, of diverse mineralen bevatten, zoals bij graniet. Verder geldt dat natuursteen, door de manier waarop het ontstaat, zeer uiteenlopende eigenschappen kan hebben, ook al oogt het materiaal hetzelfde.

Natuursteen kan op diverse wijzen worden ingedeeld, zoals:
- naar wijze van ontstaan;
- naar gevoeligheid voor zuren;
- op basis van de oppervlaktestructuur (natuurlijk of verkregen door bewerking).

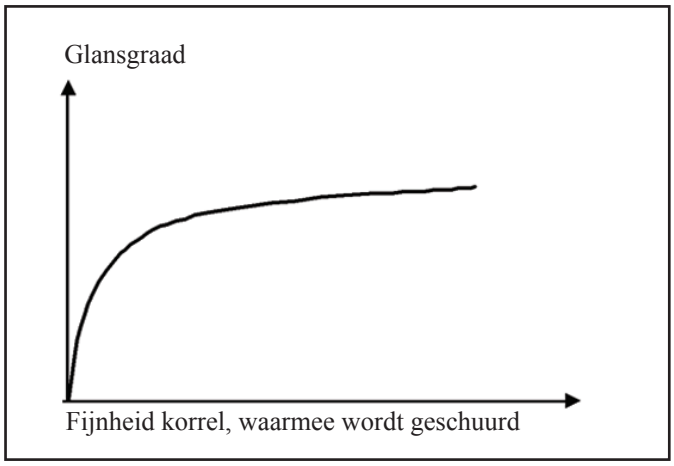
Natuursteen is op grond van de ontstaanswijze onder te verdelen in:
- stollingsgesteenten of magmatisch gesteente (diepgesteente, uitvloeiinggesteente en ganggesteente), die zijn ontstaan door afkoeling van magma. Voorbeelden zijn graniet, porfier, turfsteen en basalt;
- afzettingsgesteenten (klastische sedimenten en neerslaggesteenten), die zijn ontstaan door afzetting van doorgaans in water zwevende deeltjes van organische of anorganische oorsprong. Voorbeelden zijn kalksteen, zandsteen en travertin;
- metamorfe gesteenten, onder invloed van druk of hitte ontstaan uit herkristallisatie van reeds bestaande hardsteen gesteenten. Voorbeelden zijn marmer, leisteen, gneis en kwartsiet.

De steensoorten zijn ook onder te verdelen in:
- zuurongevoelige steensoorten, zoals graniet
  Deze steensoorten bevatten geen tot weinig kalk en zijn daardoor zeer slijtvast en gemakkelijk te reinigen;
- zuurgevoelige steensoorten, zoals marmer en kalksteen
  Deze steensoorten bestaan volledig of voor een belangrijk deel uit kalk(steen) en zijn daardoor ‘zachter’ en minder slijtvast. De bestandheid tegen chemicaliën is minder en ook het reinigen is minder eenvoudig en moet met speciale middelen worden gedaan.

11.2.2 Natuursteen, uiterlijk en glans

De oppervlaktetexturen van natuursteen zijn onder te verdelen in:
- een natuurlijk splijt- of breukvlak
  Het oppervlak van het materiaal volgt de structuur van de kristallen waaruit het materiaal is opgebouwd. Een bekend materiaal met een natuurlijk breuk- of splijtvlak is leisteen;
- een bewerkt oppervlak
  Het natuursteen wordt in grote brokken vrijgemaakt uit het rotsmassief en vervolgens in platen gezaagd. Het oppervlak van deze gezaagde platen is ruw en biedt een goede antislip. Afhankelijk van de wensen kan het oppervlak verder worden opgeruwd of juist gladder en dus meer glanzend worden gemaakt. Een ruw oppervlak ontstaat bijvoorbeeld door frijnen, boucharderen of vlamstralen. Een glad oppervlak wordt verkregen door schuren of polijsten.

Glans ontstaat door reflectie van licht. Naarmate een oppervlak ruwer wordt, wordt het licht meer ‘geabsorbeerd’ en verstrooid, waardoor een doffer, minder glimmend oppervlak ontstaat.
Het geven van glans aan een materiaal is dan ook niets anders dan ervoor te zorgen dat het oppervlak steeds minder oneffenheden vertoont. In de natuursteenwereld wordt gesproken van ‘gezoet’ voor oppervlakken met een enigszins glimmend oppervlak en gepolijst voor oppervlakken die een hoge glansgraad bezitten.
In theorie is het mogelijk om elk materiaal te laten glimmen door het te polijsten. De hardheid en de samenstelling van de steen zullen echter bepalen hoe hoog de uiteindelijke glansgraad is. Ook betonvloeren zijn op deze wijze af te werken. Hiermee ontstaat een fraai, terrazzoachtig uiterlijk (zie hoofdstuk 6).



Afb. 43: Schematische relatie tussen fijnheid korrel en glansgraad

De glansgraad neemt toe naar mate de fijnheid van het schuurmiddel toeneemt. Daarbij is sprake van een 'exponentieel verloop', waarbij de effecten van bijvoorbeeld het halveren van de korrelgrootte eerst zeer groot zullen zijn, maar met toename van de fijnheid steeds minder groot worden. Illustratief is dit weergegeven in afb. 43. Dit betekent dat voor het bereiken van een hoog- of zijdeglans oppervlak uiteindelijk wel zes of meer schuurgangen noodzakelijk kunnen zijn.

11.3 Keramische tegels

Keramische tegels zijn er in vele soorten en maten. Kenmerkend voor keramiek is dat het materiaal redelijk bestand is tegen zowel zuren als basen. De veelal cementgebonden voeg blijft echter de zwakke schakel.
De slijtvastheid van keramische tegels is redelijk hoog. Hierbij scoort de dubbel hardgebakken tegel het beste. De stroefheid van de meeste tegels is in droge toestand goed te noemen, waarbij geglazuurde typen minder goed presteren. Bij natte vloertegels is de stroefheid echter aanmerkelijk minder. Er zijn verschillende projecten bekend, waarbij de toegepaste tegel achteraf als te glad wordt ervaren door de gebruikers. Maatregelen zijn dan nodig. Door een speciale anti-slipbehandeling kan de stroefheid worden verbeterd. Een klein formaat tegel kan bijdragen aan een verbeterde stroefheid door de aanwezigheid van veel voegen.
Geglazuurde tegels zijn bijzonder damp- en waterdicht. Als ook het voegmateriaal waterdicht wordt samengesteld, kan een tegelvloer als waterdicht en zelfs vloeistofdicht worden aangemerkt.

Tegels moeten worden aangebracht op een relatief stijve en weinig vervormbare ondergrond. Immers de breukrek is laag. De minste beweging kan leiden tot het barsten van de tegel. Bij het leggen van tegels is het dus van belang rekening te houden met vervormingen in de ondergrond en de legmethode hierop aan te passen.

11.4 Aanbrengen tegelwerk (keramisch en natuursteen)

11.4.1 Zetten of lijmen

Bij het aanbrengen van vloertegelwerk zijn er op hoofdlijnen twee mogelijkheden.
- Het aanbrengen via de zogenaamde dikbedmethode. Hierbij worden de vloertegels direct in de specie 'geklopt'. Dit kan direct de dekvloermortel zijn (er wordt dan rechtstreeks op een dragende ondergrond gewerkt) of een mortellaag die weer op een eerder aangebrachte dekvloer wordt aangebracht. Deze methode wordt ook wel aangeduid als 'in de specie zetten'.
- De andere methode is lijmen. Dit betekent dat eerst de dekvloer wordt aangebracht, waarop nadien de tegels worden verlijmd. Bij het lijmen kan sprake zijn van een relatief dikke lijmlaag of een betrekkelijk dunne laag.
  Afhankelijk van de dikte van de lijmlaag wordt gesproken van een dunbedmethode (dikte tot circa 10 mm) of een middenbedmethode (tot circa 15 mm).

11.4.2 Zetten in specie

Bij de keuze voor de dikbedmethode speelt de relatieve eenvoud en snelheid van werken een rol. Immers, de vloerafwerking wordt direct met de dekvloer aangebracht. Ook is met een dikbedmethode meer speelruimte beschikbaar voor het opvangen van of een onvlakke ondergrond of een onvlakke tegel.
Het aanbrengen van tegels direct in de specielaag heeft ook nadelen. Het meest belangrijke nadeel is wel de grotere kans op onthechting of scheuren van de tegels. De zetspecie is veelal een cementgebonden product, aangemaakt met water. Onder meer vanwege het verdampen van aanmaakwater kan deze krimpen. Dit leidt tot hoge schuifspanningen op de grensvlakken en trekspanningen in de tegelvloer. Scheuren en onthechting kunnen het gevolg zijn (zie 15.3).
Door de specie niet te nat en te sterk te maken en door een juiste opbouw van toeslagmateriaal, kan het optreden van spanningen worden beheerst. Dit draagt bij aan het tegengaan van scheuren. Bij zeer zwakke gesteenten met een lage treksterkte kan het toepassen van een kalkspecie met een hogere elasticiteit uitkomst bieden.

Bij licht gekleurde natuursteensoorten en in het bijzonder marmersoorten geldt dat bijzondere aandacht nodig is voor de zetspecie. Grijze portland- of portlandvliegascement maar ook hoogovencement kan ongewenst zijn vanwege de kans op bruinverkleuring van de natuursteen. Deze oorzaken liggen deels in de steen zelf, deels in de ondergrond en ook de combinatie hiervan.

- In marmer komen, vooral in de aders, in meer of mindere mate pyriet (ijzersulfide) of sideriet (ijzercarbonaat) voor. Deze mineralen kunnen naar het oppervlak worden getransporteerd. Daar zetten de verbindingen zich af en oxideren tot geelbruine ijzerverbindingen (limoniet).
- IJzerverbindingen uit het cement van de zetspecie kunnen met vocht naar het oppervlak worden gevoerd en daar vlekken veroorzaken. Hierbij speelt een rol welk cement is toegepast. Wit cement wordt gemaakt van (nagenoeg) ijzervrije portlandklinker, terwijl grijs cement gemaakt wordt van onder meer portlandklinker dat wel ijzer bevat. De kans dat vlekken ontstaan bij wit cement is dus aanzienlijk kleiner.
- Alkalische stoffen uit cement kunnen een reactie aangaan met organische bestanddelen die in natuursteen voorkomen. De bruinkleurige vlekken ontstaan na enkele dagen tot enkele weken en komen uitsluitend voor in kalkstenen en marmers met een hoog gehalte (0,1% van de massa) aan organische stoffen. Hoe lichter de kleur van de steen, des te eerder worden de vlekken zichtbaar. Voor dit schadebeeld maakt het dus niet uit of wit dan wel grijs cement is toegepast, omdat beide nagenoeg even alkalisch zijn.
- Zand kan eveneens verontreinigd zijn met ijzerhoudende deeltjes die bruinkleurige vlekken kunnen veroorzaken.

Wit cement geeft dus het minste risico. In Nederland wordt ook wel gewerkt met trascement. Ook hiermee zijn goede ervaringen opgedaan. Voor niet-lichtgekleurde en niet-verkleuringsgevoelige steensoorten kan ook portlandcement worden gebruikt. Hoogovencementen en composietcementen moeten niet worden toegepast, vanwege de hogere kans op verkleuringen.

11.4.3 Lijmen

Lijmen biedt, mits goed uitgevoerd, een grotere kans op een blijvend hechtend geheel. Op de eerste plaats wordt de tegelvloer pas aangebracht als de onderliggende dekvloer zijn krimpvervorming grotendeels heeft ondergaan. Let wel, dit hoeft niet te gelden voor de dragende ondergrond.
Wordt in de gebruiksfase enige vervorming verwacht, bijvoorbeeld doordat vloerverwarming aanwezig is, dan is het aan te bevelen een elastische lijmlaag toe te passen. Elasticiteit wordt daarbij bepaald door de laagdikte en natuurlijk de eigenschappen van de lijm. Een zeer dunne, elastische lijmlaag zal zich in de praktijk als een starre laag gedragen. Zo rekt elastiek veel uit als het over enige lengte wordt uitgerekt, maar breekt het snel als de rekafstand zeer kort is. Voor keramische tegels kunnen vrijwel alle lijmen worden toegepast. Voor natuursteen kunnen dispersielijmen (pastalijm) ongeschikt zijn, vanwege de weekmakers en conserveermiddelen die kunnen leiden tot verkleuring.

Pasta en poederlijm

Lijmproducten voor tegelwerk worden ingedeeld naar ‘gebruiksvorm’ als ook naar bindmiddelgroep. De indeling in de gebruiksvorm spreekt van poederlijmen en pastalijmen. Bij poederlijmen is sprake van, zoals de naam al aangeeft, een poeder dat met water moet worden aangemaakt om een lijm te verkrijgen. Het aangemaakte en verharde product is niet opnieuw te gebruiken.
Bij een pastalijm is sprake van een kant en klaarproduct. Klaar met lijmen, emmer dicht en naar een volgend karwei.

De voor- en nadelen van een pastalijm ten opzichte van een poederlijm zijn onder meer:

- groot gebruiksgemak, doordat aanmaken op het werk niet nodig is;
- pastalijmen lenen zich meer voor het lijmen op vlakke ondergronden en voor het lijmen van vlakke tegels;
- de droogtijd is doorgaans langer dan bij een poederlijm, wat de laagdikte beperkt;
- pastalijmen bestaan voor het merendeel of nagenoeg volledig uit kunstharsen, waardoor ze doorgaans wat flexibeler zijn. Daar staat tegenover dat de laagdikte beperkt is. De uiteindelijke vervormingcapaciteit wordt bepaald door laagdikte en elasticiteit van het product. Praktisch betekent dit dat een dunne, elastische lijmlaag wel eens minder goed kan zijn dan een dikkere minder elastische laag.

Met betrekking tot poederlijmen kan het volgende worden opgemerkt.

- Poederlijmen kunnen in een wat grotere laagdikte worden aangebracht en zijn dus geschikt als meer ‘onvlakheid’ opgevangen moet worden.
- De meeste poederlijmen hebben cement als bindmiddel. Met de opkomst van de zogenoemde calciumsulfaatgebonden dekvloeren (anhydrietvloeren) ontstonden daardoor wel eens problemen. Immers, de combinatie van gips en cement leidt al bij een geringe mate van vocht tot sterk expansieve producten (ettringiet). Dit betekent dat de afwerking wordt losgedrukt. Vergelijkbare problemen doen zich voor als een cementgebonden egalisatie is toegepast op een gietdekvloer van calciumsulfaat. Voor het lijmen van vloerafwerkingen op of het egaliseren van calciumsulfaatgebonden vloeren zijn daarom nu speciale aluminaatvrije producten in de handel.

In 2001 verscheen NEN-EN 12004 “Lijmen voor tegels – Definities en eisen”. Het betreft tegellijmen voor keramische tegels. In deze norm worden de lijmproducten ingedeeld op basis van bindmiddel. De hoofdindeling is daarbij:
- cementgebonden lijmen (C)
- dispersielijmen (D)
- kunstharslijmen (R)

Een dispersielijm en een kunstharslijm zijn beide kunstharsgebonden producten. Bij een dispersie gaat het echter om bolletjes kunsthars (veelal acrylaat), die in water zijn ‘opgelost’. Bij het verdampen van water vloeien de kunstharsbolletjes ineen en vormen het uiteindelijke product. Een principe dat te vergelijken is bij de latex muurverven en watergedragen acrylaatverven. Bij een kunstharslijm is sprake van reactieve componenten (denk aan epoxyhars), waarbij een hars en harder met elkaar reageren.

11.5 Vloerbedekking

Vloerbedekkingen zijn in twee groepen te onderscheiden:
- relatief dampdichte vloerafwerkingen, zoals linoleum, vinyl en elastomeren;
- relatief dampopen (textiele) vloerbedekkingen, zoals tapijt met jute rug en naaldvilt.

Linoleum
Linoleum bestaat uit geoxideerde lijnolie, natuurhars, kurk en houtmeel, minerale vulstoffen en pigmentstoffen. Deze stoffen worden onder verhitting gemengd en daarna uitgewalst op een ondergrondweefsel (jute). Het totale product kan uit meer afzonderlijke lagen zijn samengesteld. Linoleum komt voor in dikten van 2 tot 4,5 mm.
In droge toestand is linoleum voldoende stroef. Verkeerde onderhoudsmiddelen en vocht op de vloer kunnen echter een gladde vloer opleveren.

Vinyl
Vinyl bestaat uit een bindmiddel van polyvinylchloride (PVC), minerale vulstoffen en pigmentstoffen. Het materiaal wordt tot een dikke folie gewalst of tot tegels geperst. Vinyl komt voor met en zonder onderlaag (drager). De onderlaag bepaalt in hoge mate de eigenschappen als veerkracht en comfort (isolatiewaarde). PVC is te lassen en dus naadloos aan te brengen.

Elastomeren (rubber)
Elastomeren(-rubber) vloerbedekking bestaat uit natuurlijke en/of kunstmatige rubbers met vulstoffen, pigmentstoffen en vulkaniseermiddel. Na menging van de grondstoffen wordt het materiaal tot banen gewalst of tot tegels geperst, eventueel met een geprofileerd oppervlak. Hierna is het materiaal niet meer vervormbaar of lasbaar.

Linoleum, vinyl maar ook elastomeren vloerbedekkingen zijn (nagenoeg) waterdicht. Dit is zeker het geval als ook de naden worden gelast, zoals bij linoleum en vinyl mogelijk is. Dit betekent dat hoge eisen moeten worden gesteld aan het restvochtgehalte van de vloer en een bouwfysisch juiste constructie. Dit is des te belangrijker indien de toegepaste materialen (lijmen) vochtgevoelig zijn.
De dekvloer kan dan wel droog zijn aan het oppervlak, maar dit hoeft (nog) niet te gelden voor het dieper gelegen materiaal, laat staan de daaronder liggende betonnen ondergrond (zie het hoofdstuk Drogen).

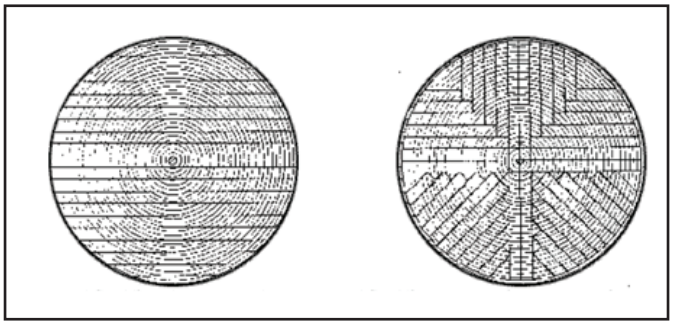
Een ander punt dat aandacht verdient bij het toepassen van gladde en relatief dunne vloerbedekkingen is de vlakheid en textuur van het dekvloeroppervlak. Elke oneffenheid daarin tekent zich na verloop van tijd af in de gladde vloerbedekking. Golvingen in de vloer, ook al voldoet deze aan gebruikelijke vlakheidklassen voor dekvloeren (zie 17.2), zullen bij strijklicht zichtbaar zijn.

Tapijt of textiel
Tapijt of textiele vloerbedekkingen hebben als voordeel dat ze een zekere geluidsabsorberende werking hebben. Ook de contactgeluidsisolatie wordt door textiele vloerafwerkingen verbeterd.
Dit type vloerbedekking is onder te verdelen in vlak geweven tapijt, lus of pooltapijt en naaldvilt. Alle drie de tapijtsoorten zijn in diverse kwaliteiten te verkrijgen.
De stroefheid is echter onder alle omstandigheden goed te noemen. De slijtvastheid is afhankelijk van de kwaliteit van het tapijt.
Textiele vloerbedekkingen zijn redelijk dampopen, zodat vocht uit de ondergrond nog kan verdampen. Dit betekent dat het restvochtgehalte van de ondergrond aanzienlijk hoger mag zijn. Naaldvilt bijvoorbeeld kan dan ook prima functioneren als tijdelijke vloerafwerking, alvorens een dampdicht linoleum of pvc-vloerbedekking aan te brengen (zie ook 13.3).

11.6 Hout

Hout is één van de oudste vloerafwerkingen. Drie soorten houten vloerafwerking worden het meest toegepast.

Houten vloerdelen
Hierbij worden de vloerdelen gewoonlijk met messing en groef strak aan elkaar bevestigd. In verband met kromtrekken en als een hoge mechanische weerstand is gewenst, heeft kwartier gezaagd hout de voorkeur boven bijvoorbeeld 'dosse' gezaagd hout (afb. 44). Kromtrekken gebeurt minder, omdat de groeiringen parallel liggen. Bij kwartier gezaagde planken zijn geen vlammen zichtbaar, maar ziet men rechte lijnen.



Afb. 44: Links 'dosse' gezaagd, rechts 'kwartier' gezaagd
{Bron: Houthandleiding, universiteit Twente]

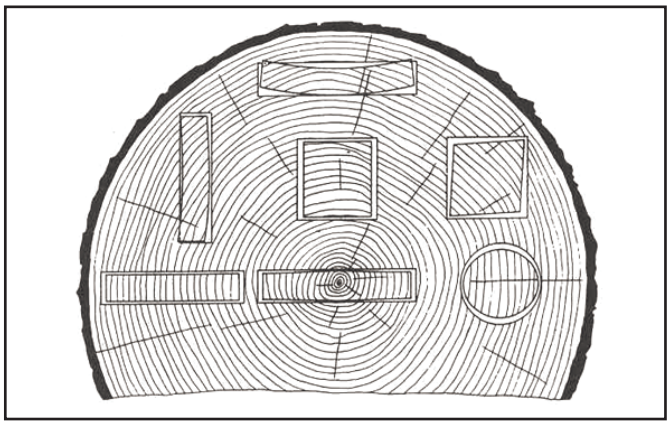
Massief parket
Voor parket wordt meestal het kernhout van loofhout van vaak tropische oorsprong gebruikt. De typen parket worden onderscheiden op basis van het formaat en de vorm waarin de vloer is gelegd. Genoemd worden: strokenparket, mozaïekparket en kophouten blokjesvloer.

Gelaagd parket (tapis)
De vloerdelen van gelaagd parket zijn opgebouwd uit diverse lagen hout. De bovenste laag (2 à 6 mm dik) is veelal van hardhout. De daaronder aanwezige lagen bestaan dan uit vurenhout. Er wordt onderscheid gemaakt in:

- lamel parket: dit zijn 'delen' die uit meer lagen (gewoonlijk 3) zijn opgebouwd. De stroken zijn vaak voorzien van messing en groef, zodat ze vrijwel naadloos te leggen zijn. Ze kunnen genageld, gelijmd en eventueel los worden gelegd (verhuisbaar parket);
- triplexparket: dit is de meest eenvoudige parketsoort. De bovenste laag van circa 2 mm is hardhout en daaronder bijvoorbeeld vurenhout. Het is kwetsbaarder, maar visueel nauwelijks te onderscheiden van massief parket.

Laminaat
Bij laminaat is veelal sprake van een geperst houten of zelfs kunststof drager met daarop een 'fineer' afwerking van hout of kunststof. Laminaat is over het algemeen minder dan 10 mm dik.

Belangrijk in verband met de bevestiging op een dekvloer is de zwelling of krimp van het hout onder invloed van vochtvariaties. Door de grote vochtzwelling van hout moet altijd enige ruimte rond de vloer worden vrijgehouden om ruimte te bieden aan het uitzetten. Ook is het raadzaam het hout eerst te laten 'acclimatiseren' alvorens het te verwerken. Het direct uit de verpakking verwerken, leidt veelvuldig tot problemen.
Het werken van hout leidt in de praktijk nogal eens tot schade, indien het hout hecht wordt verbonden aan de onderliggende dekvloer. Bij het werken van een gelijmde, houten vloer komen zeer hoge krachten vrij. Dit leidt tot onthechting op het contactvlak of zelfs breuk onder het oppervlak van de dekvloer.



Afb. 45: Werken van hout, afhankelijk van 'oorsprong'
[Bron: Houtvademecum]

Een houten vloer is minder geschikt als er vloerverwarming wordt toegepast. Dit vanwege de isolerende werking, maar vooral ook het werken van hout. Over het algemeen zal vloerverwarming echter niet nodig zijn, omdat hout van nature warm aanvoelt.

12 AANDACHTSPUNTEN UITVOERING DEKVLOEREN

12.1 Inleiding

Een dekvloer kan pas worden aangebracht als de draagvloer en de omringende, dan wel omliggende, constructie-onderdelen zijn uitgehard en aan andere te stellen eisen voldoen.
Zoals al eerder vermeld zijn er verschillende samenstellingen van een dekvloer, zowel in materiaal als in opbouw, en kunnen de dekvloeren op verschillende wijze op de draagvloer worden aangebracht.

12.2 Voorbereidingen ondergrond

Om een goede dekvloer te krijgen moet de draagvloer aan bepaalde randvoorwaarden voldoen. Ook moet rekening worden gehouden met de klimaatcondities waaraan de nieuw gelegde dekvloer wordt blootgesteld

12.2.1 Niet-hechtende vloeren, direct op draagvloer

Bij het leggen van vloeren moet zoveel mogelijk bevorderd worden dat de dekvloer vrij kan bewegen ten opzichte van de draagvloer. Dit in verband met spanningen, die als gevolg van temperatuurswisselingen in de draagvloer kunnen optreden en die bij vaste verbinding worden overgebracht op de dekvloeren. Deze flexibiliteit kan op verschillende manieren worden verkregen, o.a. door een zandlaagje, een tussenlaag van folie of een dubbele specielaag van twee verschillende samenstellingen. Deze dienen na elkaar te worden opgebracht, opdat zij daardoor niet sterk aan elkaar hechten. Het verwijderen van vuil, stof en andere materialen die de hechting negatief kunnen beïnvloeden, is uiteraard niet noodzakelijk. Evenmin hoeft de ondergrond te worden opgeruwd, en een hechtlaag is overbodig. Wel moet de ondergrond voldoende vlak zijn en mogen er geen grote hoogteverschillen voorkomen.

12.2.2 Hechtende uitvoering, direct op draagvloer

Uiteraard moet de ondergrond geschikt zijn voor het kunnen afwerken met een dekvloer. Dit betekent onder meer eisen aan de:

sterkte en stijfheid
Soms wordt dit vertaald in ‘voldoende stabiel’ en draagkrachtig.

temperatuur
Veelal is een minimum temperatuur noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de aangebrachte dekvloer niet of traag reageert. De oppervlaktetemperatuur is tevens van belang in verband met eventuele oppervlaktecondensatie.
Voor cement- en calciumsulfaatgebonden dekvloeren moet de ondergrond veelal vorstvrij zijn.
Bij kunstharsgebonden dekvloeren is een temperatuur van tenminste 10 graden Celsius aan te bevelen. De temperatuur van de ondergrond moet, om condensatie te voorkomen, tenminste drie graden hoger zijn dan de dauwpuntstemperatuur. De dauwpuntstemperatuur is immers die temperatuur waarbij waterdamp die in de lucht aanwezig is condenseert.

vochtgehalte en mogelijke vochttransporten
Het vochtgehalte is vooral een aandachtspunt voor kunstharsgebonden afwerkingen (zie verder bij voorbereidingen). Voor cement en calciumsulfaat zal eerder sprake zijn van een situatie waarbij de ondergrond eerst nog wordt bevochtigd.
Een absoluut droge ondergrond komt nooit voor bij een poreus materiaal, zoals beton. Eisen dat de ondergrond droog moet zijn is dus eigenlijk niet juist en feitelijk onmogelijk.
Bij de vervaardiging van beton wordt veel water toegevoegd. Een deel van dit water verdwijnt via verdamping. Uiteindelijk blijft er altijd een hoeveelheid water achter. Hoeveel precies is afhankelijk van de gemiddeld heersende relatieve luchtvochtigheid. Bij hoge relatieve luchtvochtigheden heeft een materiaal een hoger vochtgehalte. Bij lage luchtvochtigheden heeft het materiaal een lager vochtgehalte. Het vochtgehalte van het materiaal in evenwicht met de relatieve luchtvochtigheid van de omgeving wordt het evenwichtsvochtgehalte genoemd.

Mogelijke vochttransporten spelen bij alle soorten dekvloeren een rol. In hoofdzaak bij het voorkomen van schade, zoals osmose (zie hoofdstuk 15).
Behalve met het actuele vochtgehalte van de ondergrond moet rekening worden gehouden met het vochtgehalte in de toekomst. Dit geldt vooral indien een sterk dampremmende afwerking wordt toegepast of gebruikte vloerafwerkingen en/of lijmmiddelen vochtgevoelig zijn. Het spreekt voor zich dat bij een vloerconstructie geldt dat altijd moet worden uitgegaan van een bouwfysisch goed ontwerp. Indringen van vocht moet worden belemmerd. Damptransport moet zonder condensatie plaatsvinden. Dit betekent dat de constructie van warm naar koud steeds dampopener moet worden. Wordt hiertegen gezondigd dan is schade veelal niet te voorkomen (afb. 46 en afb. 47).

Afb. 46: Schade als gevolg van transport van restvocht naar de vloerafwerking. In dit geval mede veroorzaakt door een cementgebonden egalisatie op een dekvloer van calciumsulfaat

Een aandachtspunt bij vloeren is dat het damptransport kan wisselen en dus dat eventueel restvocht in de constructie mobiel wordt gemaakt. Het is gangbaar en bouwfysisch veelal correct om uit te gaan van de veronderstelling dat damptransport van warm naar koud is gericht, dus vanuit de woning naar buiten. Bij vloerverwarming kan deze echter ook gericht zijn 'van buiten naar binnen', dus in de richting van de vloerafwerking. Immers, de vloer is warmer dan de binnenruimte. Was de dekvloer aanvankelijk droog, dan kan hij toch weer een hoog vochtgehalte aannemen door restvocht aanwezig in de constructievloer.
Daarnaast kunnen ook wijzigingen in de vloeropbouw leiden tot wijzigingen in het vochtgehalte. Dit is bijvoorbeeld het geval indien een aanvankelijk dampopen systeem wordt afgedekt met een dampdicht systeem (afb. 47).

Afb. 47: Schade door vochtige ondergrond ontstaan doordat houten vloer is afgedekt met dampdicht materiaal

Ruwheid
Hechting komt doorgaans alleen fysisch tot stand door mechanische haakweerstand. Een chemische verbinding tussen de dragende ondergrond en de dekvloer treedt niet op. Om hechting te krijgen, is het dus van belang dat de ondergrond voldoende ruw is dan wel open poriën bevat. Zo is het doorgaans noodzakelijk een monolithisch afgewerkte betonvloer eerst op te ruwen alvorens hechtend een dekvloer of overlaging aan te brengen.

Evenwijdigheid (vlakheid)
De vlakheid (formeel evenwijdigheid) speelt vooral een rol als betrekkelijk dunne lagen worden aangebracht. Immers, veelal zal om uitvoeringstechnische redenen een minimum laagdikte noodzakelijk zijn. Is de vloer erg onvlak dan is relatief veel materiaal nodig. Ook bij getoogde vloeren speelt dit een rol. Indien een minimale dikte van de dekvloer is vereist, zal deze gemiddeld veel dikker moeten zijn en is dus sprake van aanzienlijk meer materiaalgebruik. Controle van de vlakheid van de ondergrond alvorens te gaan smeren of gieten is dan ook altijd gewenst.

Zuiverheid van het oppervlak
Het spreekt voor zich dat geen verontreinigingen mogen voorkomen die nadelig zijn voor de hechting. Gedacht kan worden aan stof, vuil en vet.

Om een hechtende dekvloer direct op de draagvloer te kunnen aanbrengen, zijn dus één of meer van de volgende handelingen noodzakelijk:

Reinigen van de ondergrond
Onder reinigen is te verstaan het verwijderen van al die bestanddelen die een nadelig effect kunnen hebben op de hechting. Hiertoe behoort ook het verwijderen van een eventueel gevormd huidje aan het oppervlak van de draagvloer.

Opruwen van de ondergrond
Bij een gladde ondergrond is opruwen veelal aan te raden. Stralen met granulaat of stofvrij stralen zijn hiervoor geschikte methoden. Bij een ruwe betonvloer kan vaak worden volstaan met het schoonspuiten van de ondergrond.

Bevochtigen van de ondergrond
Bij calciumsulfaat- en cementgebonden dekvloeren zal een sterke zuiging van de ondergrond voorkomen moeten worden. Dit kan door het aanbrengen van een hechtprimer of door het bevochtigen van de ondergrond. Het bevochti-

gen betekent wel dat de droogtijd zal toenemen. Vandaar dat in veel gevallen beter gekozen kan worden voor het aanbrengen van een voorstrijkmiddel. Voordat de dekvloer of een eventuele uitvlaklaag wordt aangebracht, moet de vloer licht zijn aangedroogd. Op het moment van aanbrengen, mogen er geen plassen op het oppervlak staan en mag het oppervlak niet meer glimmen.
Bij een kunstharsgebonden dekvloer is het bevochtigen juist niet gewenst en ook niet nodig. Kunststoffen hechten immers uitstekend op een droge ondergrond.

Aanbrengen hechtlaag
Om het contact tussen de ondergrond en de dekvloer te verbeteren, is het aanbrengen van een hechtlaag veelal aan te raden. In de nog vochtige hechtlaag wordt vervolgens de dekvloermortel aangebracht.
Bij een kunstharsgebonden hechtlaag kan ook na uitharden van deze laag worden begonnen met het aanbrengen van de eigenlijke dekvloer. De hechtlaag moet dan wel worden ingestrooid met fijn zand om een goede hechting te garanderen van de later op te brengen kunstharsgebonden laag.

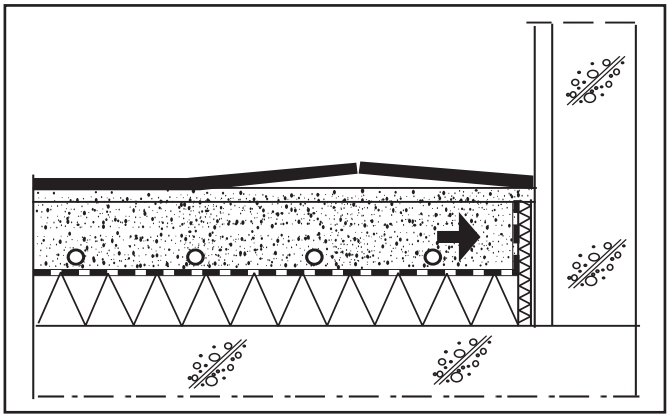
12.2.3 Zwevende dekvloer

Bij een zwevende dekvloer zijn uiteraard geen voorbewerkingen nodig die leiden tot een hechting aan de ondergrond. Veel van de in 12.2.2 genoemde maatregelen kunnen dan ook achterwege blijven.

Aandachtspunten zijn wel:

vlakke ondergrond
Een bijzonder punt van aandacht is het eventueel uitvlakken van de ondergrond. Om ervoor te zorgen dat de isolatieplaten vlak gelegd kunnen worden, zijn grote oneffenheden niet wenselijk. Uiteraard kunnen, als het om incidenten gaat, lokaal voorkomende uitstekende delen worden verwijderd.
Wat groot is, wordt daarbij mede bepaald door het isolatiemateriaal. Zo zal minerale wol minder last hebben van oneffenheden en uitstekende delen. Een star plaatmateriaal heeft hier wel last van.
Ook dikteverschillen in de dekvloer moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. Dit om een zo gelijkmatig mogelijke droging te krijgen en scheuren zo veel mogelijk te voorkomen. Globaal geldt dat de laagdikte van de aan te brengen dekvloer de toelaatbare hoogteverschillen in absolute zin bepaalt. Bij een dekvloer van 20 mm is een ‘bult’ van 10 mm 50% van de doorsnede. Bij een dekvloer van 60 mm ‘slechts’ 15%. Ook over wat grotere afstand mogen de hoogteverschillen niet te groot zijn.

voorkomen contactbruggen
Voorkomen moet worden dat de aan te brengen dekvloerspecie contact kan maken met de ondergrond. Daarom moeten de isolatieplaten goed tegen elkaar worden aangesloten. Bij het aanbrengen van de specie moet het verschuiven van de platen worden voorkomen. Een lekkage van specie kan verder worden beperkt door het aanbrengen van een folie. De overlap tussen de verschillende banen moet tenminste 80 mm bedragen. Bij een uitvoering van een zwevende dekvloer om akoestische redenen moet uiteraard veel zorg worden besteed aan alle aansluitingen en doorvoeren. Nergens mag de dekvloer contact maken met wanden die op de vloer staan of leidingen die door de vloer heen lopen.



Afb. 48: Effect niet vrijhouden tegelvloer (dekvloer wel vrijgehouden)

ruimte voor uitzetten
Bij dekvloeren met vloerverwarming moet extra aandacht worden besteed aan het vrijhouden van de vloer in verband met lengteverandering van de dekvloer. De minimaal benodigde ruimte kan worden berekend door de thermische uitzetting van het dekvloermateriaal te vermenigvuldigen met de grootst denkbare temperatuurverhoging, gerekend vanaf de temperatuur waarbij de vloer wordt aangelegd en de grootste zijde van de dekvloer. Neem als voorbeeld een cementgebonden dekvloer, een vloerveld van 10 meter en een temperatuursverschil van 45°C (maximaal denkbaar) – 15°C (temperatuur bij aanleg) = 30°C. Bij een lineaire temperatuursuitzettingscoëfficiënt van 0,012 mm/m per graad temperatuursverschil is de benodigde ruimte (b) dus te berekenen uit:

b = lengte vloerveld x uitzettingscoëfficiënt x temperatuurswisseling =
10 x 0,012 x 30 = 3,6 mm

12.3 Verdere voorbereidingen ondergrond

12.3.1 Beugelen leidingen en verloop leidingen
Bij gietdekvloeren is het van belang dat leidingen goed zijn vastgezet om opdrijven te voorkomen.
Kruisende leidingen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. Bij zwevende vloeren is het beter de leidingen op te nemen in de ondergrond of in de uitvlaklaag.

Leidingen in de dekvloer leiden ook tot dikkere vloeren in vergelijking met de situatie dat de leidingen zijn opgenomen in bijvoorbeeld de draagvloer. Dit blijkt onder meer uit de volgende bepalingen in normen:
- In de norm voor zwevende dekvloeren (NEN 2742) is bepaald dat de dekvloerdikte verhoogd moet moeten met de dikte van de leiding.
- Volgens NEN 2741 moet, indien in de dekvloer leidingen of buizen worden aangebracht, de dikte van de dekvloer boven deze leidingen of buizen tenminste 20 mm bedragen. Bij cementdekvloeren met een toplaag moet de totale dekking boven de leidingen tenminste 28 mm zijn.
  Een enkele leiding kan dus al tot gevolg hebben dat de gehele vloer aanmerkelijk dikker wordt.

12.4 Eisen aan omgeving

De eisen aan de omgeving vloeien voort uit:
- de zorg dat de (chemische) reacties in een aanvaardbaar tempo kunnen plaatsvinden (niet te langzaam, maar ook niet te snel);
- het voorkomen dat een vroegtijdige vochtbelasting optreedt;
- het voorkomen van een te snelle (uitdrogings)krimp.

Deze zorg resulteert in eisen aan de omgevings- en oppervlaktetemperatuur, alsmede de luchtvochtigheid. Voor cement- en calciumsulfaatgebonden dekvloeren geldt dat:
- de temperatuur van de ondergrond en de verhardende specie gedurende de eerste drie dagen niet lager dan 0°C en niet hoger dan 30°C is;
- de luchtvochtigheid gedurende tenminste twee etmalen niet onder de 50% voor calciumsulfaat en 80% voor cement komt.

Voor kunstharsgebonden dekvloeren geldt, ter indicatie en afhankelijk van het type bindmiddel, dat:
- de temperatuur van de ondergrond en de verhardende specie tenminste 10°C is;
- de relatieve luchtvochtigheid tijdens de uitharding ten hoogste 85% is.

Om nadelige effecten op de pas aangebrachte cement- of calciumsulfaatdekvloer te voorkomen, moet de ruimte waarin de dekvloer wordt aangebracht vrij zijn van grote luchtverplaatsingen. Om vergelijkbare redenen moet het gebruik van heaters bij lage omgevingstemperaturen, met de nodige voorzichtigheid plaatsvinden. Heaters mogen nooit op de vloer worden gericht omdat anders plaatselijk een te sterke droging ontstaat.

12.5 Specie eigenschappen, aanbrengen dekvloer

Aspecten die bij het samenstellen van een dekvloerspecie aandacht moeten krijgen zijn:

verwerkbare specie
Dekvloerspecies worden in twee uiteenlopende consistenties verwerkt, veelal afhankelijk van het type bindmiddel. Bij gespaande vloeren is sprake van een aardvochtige consistentie. Gietspecies kenmerken zich door een vloeibare consistentie. Deze specie is niet te ‘modelleren’, maar vloeit uit over het oppervlak. Het voordeel hiervan is dat met een geringe inspanning een vlakke vloer kan worden gerealiseerd.
Naarmate de specie meer plastisch tot vloeibaar wordt, neemt echter de kans op ontmenging toe. Dit, omdat de zwaardere delen steeds minder ‘drijvend’ worden gehouden. Een goede korrelopbouw van het mengsel wordt met toenemende plasticiteit dan ook steeds belangrijker.

beperken van de krimp
De krimp van een dekvloermateriaal wordt in hoofdzaak bepaald door de hoeveelheid bindmiddel en de hoeveelheid vrij, niet-gebonden water. Ook de korrelopbouw speelt een zekere rol. De hoeveelheid bindmiddel en de hoeveelheid aanmaakwater moet dus zoveel mogelijk worden beperkt. Een goed opgebouwd zandmengsel speelt hierbij een essentiële rol.

juiste mechanische eigenschappen
Uiteraard zullen de hoeveelheid bindmiddel, de opbouw van het toeslagmateriaal en de verdere samenstelling zodanig moeten zijn dat aan de gewenste mechanische eigenschappen wordt voldaan. Voor zover het oppervlakte-eigenschappen betreft, speelt ook de nabehandeling een rol alsmede eventuele nabewerkingen.

12.6 Specie opbouw en aanbrengen

12.6.1 Inleiding

Water is nodig voor de reactie van het bindmiddel en het verkrijgen van een verwerkbare specie. De hoeveelheid water die wordt toegevoegd moet zo laag mogelijk worden gehouden. Slechts een deel van het aanmaakwater wordt chemisch en/of fysisch gebonden. Het overige deel verdwijnt door verdamping. Dit leidt tot krimp en luchtholten die een negatief effect hebben op de sterkte. Cement is in staat ten hoogste 40% van het cementgewicht aan water chemisch (25%) of fysisch (15%) te binden. Calciumsulfaat kan, in de vorm van anhydriet, ongeveer 25 massaprocenten aan water binden. Een overmaat aan water kan leiden tot ontmenging van de specie en waterafscheiding. Dit kan weer leiden tot laagvorming aan het oppervlak, wat nadelig is voor de hechting van eventuele vloerafwerkingen. Bovendien zal het water dat niet chemisch of fysisch moet worden gebonden via verdamping moeten verdwijnen. De hoeveelheid bindmiddel moet zo beperkt mogelijk worden gehouden. Het bindmiddel is namelijk sterk van invloed op de mate van krimp en de chemische bestandheid.

Bij een slecht opgebouwd mengsel zou in theorie met zeer veel cement toch aan de sterkte-eis voldaan kunnen worden. Veel cement levert echter de nodige problemen op ten aanzien van krimp. Aangeraden wordt niet meer dan (HG) 400 kg/m^3 cement toe te passen. Gebruikelijk is een cementgehalte van 250 tot 350 kg/m^3 (afhankelijk van fijnheidmodulus zand). De specie krijgt veelal een aardvochtige consistentie door toevoegen van 50% tot 60% van het cementgewicht aan water (watercementfactor 0,5 tot 0,6).

12.6.2 CaIciumsulfaatgebonden

Een gebruikelijke verhouding bindmiddel - zand bij calciumsulfaat is ongeveer 1 : 2. Ook voor calciumsulfaat geldt dat het toeslagmateriaal bij voorkeur zo grof mogelijk moet zijn. De fijnheidmodulus moet groter zijn dan 2,8. Een goede korrelopbouw is, gezien de vloeibare specie, zeer belangrijk om geen ontmenging te krijgen. De verhouding water - bindmiddel bedraagt ongeveer 0,35 tot 0,40. Om de gewenste consistentie te krijgen, wordt verder een plastificeerder (vloeimiddel) toegevoegd. De hoeveelheid bindmiddel is bij calciumsulfaatgebonden dekvloeren relatief hoog (400-600 kg/m^3). Door de geringe krimp van calciumsulfaat in vergelijking met cement levert dit echter geen problemen op.

12.6.3 Kunstharsgebonden

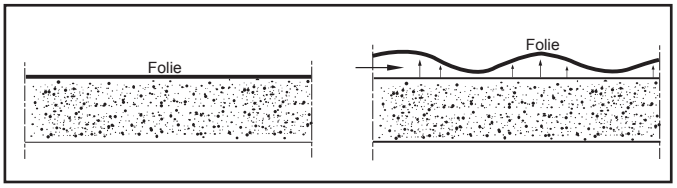
Op hoofdlijnen geldt voor kunstharsgebonden mortel hetzelfde als bij de andere bindmiddelen. Alles staat of valt met een goed opgebouwd mengsel van toeslagmaterialen met zo min mogelijk holle ruimten. Aandachtspunt is de sterke warmteontwikkeling door de reactie van hars en harder. Aanmaken van grote hoeveelheden bindmiddel moet dan ook worden voorkomen. De temperatuur kan dan snel stijgen, waardoor ook de verharding sneller verloopt. Chemische reacties verlopen namelijk sneller naarmate de temperatuur hoger is. Als vuistregel wordt wel aangehouden dat een temperatuurverhoging van 10°C leidt tot een verdubbeling van de reactiesnelheid. Omgekeerd betekent een temperatuursverlaging van 10°C een halvering van de tijd.

12.7 Nabehandelen

De wijze en noodzaak van nabehandelen is zeer sterk afhankelijk van het bindmiddel.

- Bij cementgebonden dekvloeren moet hieraan bijzonder veel aandacht worden besteed. Hoewel de nabehandeling staat omschreven in de norm NEN 2741, is het vaak een ondergeschoven kindje en vindt het niet of nauwelijks plaats. Een zwakke, verbrande toplaag die gemakkelijk te verwijderen is, kan het resultaat zijn. Zeker als de vloeren in een open bouw worden gesmeerd. Bij een gesloten ruimte zal de stijgende luchtvochtigheid ervoor zorgen dat droging minder snel optreedt.
- Voor calciumsulfaatgebonden dekvloeren, die als vloeibare massa worden aangebracht, is relatief weinig nabehandeling noodzakelijk. Desondanks moet ook hier worden gezorgd dat zeker de eerste dagen niet een te snelle droging optreedt.
- Kunsthars- en asfaltgebonden dekvloeren hebben geen nabehandeling nodig.

De nabehandeling van een cementgebonden dekvloer moet direct na het aanbrengen van de vloerspecie beginnen. Nabehandeling kan plaatsvinden door middel van bevochtigen, afdekken met folie of het toepassen van een nabehandelingmiddel (in het Engels “curing compound”). Bij nabehandelen met een folie is een waarschuwing op zijn plaats. Folie kan bij het onjuist aanbrengen een omgekeerd effect hebben. Als de folie namelijk niet geheel aansluit op de vloer, kan condens ontstaan aan de onderzijde van de folie; water dat afkomstig is uit de dekvloer. Door luchtverplaatsingen onder de folie (schoorsteeneffect) wordt dit condensvocht vervolgens ‘weggeventileerd’. In plaats van het voorkomen van verdampen van vocht, wordt het juist versterkt. Een folie moet dan ook altijd aansluitend op de vloer worden aangebracht, zonder dat luchtverplaatsing kan optreden.



Afb. 49: Oppassen bij afdekken met folie (links goed, rechts fout)

Aangemaakte dekvloerspecie moet, afhankelijk van de temperatuur, binnen 1 tot 2 uur in het werk zijn aangebracht. De verwerkingstijd is vaak korter wanneer kunstharsdispersies aan de specie zijn toegevoegd, is. Zodra de specie gaat uitdrogen, begint de filmvorming, die onomkeerbaar is. Door toevoegen van water wordt de specie nog wel plastisch maar de polymeerdeeltjes worden niet meer opgelost en zullen dus niet meer gaan verfilmen (hebben dit al gedaan).

De verwerkingstijd van kunstharsgebonden producten is kort en afhankelijk van de heersende temperatuur en de temperatuur van het materiaal.

13 IN GEBRUIK NEMEN (DEK)VLOER

13.1 Inleiding

Het moment waarop een cementgebonden of calciumsulfaatgebonden dekvloer in gebruik kan worden genomen of verder kan worden afgewerkt, is voor een groot deel afhankelijk van:
- de bereikte sterkte;
- het restvochtgehalte en dus de drogingssnelheid.

Tussen het afwerken van de dekvloer en de volledige ingebruikname is sprake van een gedeeltelijke ingebruikstelling. Zo kan eerst licht voetgangersverkeer worden toegelaten, dan lichte transportmiddelen en uiteindelijk al het beoogde verkeer. De tijdsperiode tussen aanbrengen en gedeeltelijke of volledige ingebruikname hangt van de twee genoemde factoren af. Deze factoren zijn zelf weer afhankelijk van het gekozen dekvloertype (hechtend, los of zwevend), van het gebruikte bindmiddel en van de verhardings- en drogingscondities (temperatuur, luchtvochtigheid). Tabel 33 laat zien wat hierover in NEN 2741 is geregeld. Deze genormeerde waarden staan vaak in schril contrast met de praktijk, waarbij dekvloeren al snel worden belopen en belast. Het is dus wenselijk opdrachtgevers te informeren over deze bepalingen in NEN 2741.

Kunstharsgebonden vloeren mogen pas na volledige uitharding chemisch en mechanisch worden belast. Echter, dit moment zal in de praktijk duidelijk vroeger zijn dan bij een mineraalgebonden dekvloer het geval zou zijn geweest (ca. 1 week t.o.v. ca. 4 weken).

13.2 Sterkte

Om een goede sterkte en samenhang te krijgen, ook aan de bovenzijde, is een goede nabehandeling nodig bij cement en in zekere mate ook bij calciumsulfaatgebonden vloeren. Bij kunsthars is sprake van een zeer snelle reactie en is nabehandelen veelal niet aan de orde. Eerder gelden hier eisen aan de luchtvochtigheid, de ruimte- en ondergrondtemperatuur. Deze spelen overigens ook bij cement en calciumsulfaat.

Voor de omstandigheden tijdens het uitharden en het moment van belasten van de vloer geldt een aantal vuistregels. Uiteraard zal in specifieke gevallen altijd naar de daadwerkelijke situatie moeten worden gekeken.

Cementgebonden
Voor een cementgebonden dekvloer geldt het volgende.
- Een cementgebonden dekvloer moet gedurende tenminste een aantal dagen goed worden nabehandeld. In woongebouwen wordt dit bijvoorbeeld bevorderd door ramen en deuren gesloten te houden en niet te ventileren. Hierdoor ontstaat een hoge luchtvochtigheid die een voortijdige drogingbelemmert.
- Om scheurvorming te voorkomen, is het wenselijk gedurende tenminste een week tocht tegen te gaan.
- Na ongeveer een week is licht (voetgangers) verkeer mogelijk.
- Na 15 dagen kan de vloer worden belast, maar geconcentreerde lasten moeten worden voorkomen. Na ongeveer 28 dagen is een volledige ingebruikname mogelijk.

Tabel 33: Ingebruikname volgens 9.5 van NEN 2741:2001

Periode vanaf aanvang nabehandelingstijd *1	**Maximaal toelaatbare verkeersbelasting en gebruik**
0 dagen tot en met 4 dagen	Geen enkele vorm van belasting
5 dagen tot en met 7 dagen	Licht voetgangersverkeer
Vanaf 7 dagen	Lichte transportmiddelen en/of bouwwerkzaamheden
Als tenminste 70% van de vereiste druksterkte is bereikt	Volledige belasting door verkeer waarop de cementdekvloer is ontworpen
**1 De aangegeven perioden gelden bij een omgevingstemperatuur van 10 °C tot 20 °C. Bij hogere omgevingstemperaturen en met een gunstige nabehandelingsmethode zijn kortere perioden mogelijk. Bij lagere temperaturen is meer tijd nodig voordat de vloer (gedeeltelijk) in gebruik kan worden genomen.*	

De sterkte-ontwikkeling van cement is sterk afhankelijk van de temperatuur. Dit geldt derhalve ook voor nabehandelingstijd en het moment waarop de vloer in gebruik kan worden genomen.
Bij hogere temperaturen zijn kortere nabehandelingstijden mogelijk. Bij lagere temperaturen is een langere tijd voor het toelaten van verkeer wenselijk. In zwevende dekvloeren op een isolatiepakket treden hogere spanningen op. Voor dergelijke vloeren wordt dan ook geadviseerd een langere termijn aan te houden voordat de vloer in gebruik wordt genomen.

Calciumsulfaatgebonden
Voor calciumsulfaatgebonden vloeren gelden kortere tijden dan voor cementgebonden vloeren, doordat de chemische verharding sneller verloopt. Er hoeft dus minder lang te worden nabehandeld en met het drogen kan eerder worden gestart.

Het is van belang dat de calciumsulfaatgebonden dekvloer na het storten niet direct aan een sterke droging wordt blootgesteld. Eerst zal de vloer ongeveer twee dagen in een vochtige omgeving moeten reageren, bijvoorbeeld een ruimte met een hoge, relatieve luchtvochtigheid. Praktisch kan dit bijvoorbeeld worden gerealiseerd door de ruimte af te sluiten waarin de vloer is gegoten. Hierna kan de vloer aan drogende omstandigheden worden blootgesteld.

Met betrekking tot het belasten geldt:
- na ongeveer 2 tot 3 dagen is licht voetgangersverkeer mogelijk;
- tot een ouderdom van 7 dagen moeten mechanische belastingen worden voorkomen of tot een minimum worden beperkt;
- een volledige ingebruikname is mogelijk vanaf ongeveer 14 dagen.

Omdat de sterkte van een calciumsulfaatgebonden dekvloer in belangrijke mate afhankelijk is van de hoeveelheid restvocht, is het drogingsgedrag van invloed op het moment waarop de vloer mag worden belast. Belangrijker is vaak echter het drogingsgedrag in verband met het aanbrengen van een vloerafwerking.

Kunstharsgebonden
Voor kunstharsgebonden dekvloeren geldt dat volledige ingebruikname al na enkele dagen mogelijk is. Kunstharsgebonden vloeren harden betrekkelijk snel uit. Een epoxygebonden vloer kan na ongeveer 24 uur worden belopen. Volledige belasting (inclusief vocht) is doorgaans mogelijk na ongeveer 7 dagen bij 20°C doorhardingstemperatuur. Een kunsthars als polymethylmetacrylaat (PMMA) reageert veel sneller. Een dekvloer met dit bindmiddel is na ongeveer 3 uur beloopbaar en na 2 dagen volledig te belasten. Gebruik van dit bindmiddel is vanwege het VOS-besluit aan voorwaarden gebonden.

Gietasfalt
Gietasfaltvloeren zijn vrijwel direct na aanleg beschikbaar voor al het verkeer waarop de vloer is ontworpen.

13.3 Droging en restvocht

Voor het aanbrengen van een afwerking en de ingebruikname is niet alleen de sterkte belangrijk. Minstens even belangrijk is dat de dekvloer voldoende droog moet zijn. In de praktijk blijkt vaak de droogtijd de bepalende factor te zijn voor het al dan niet halen van de geplande bouwtijd.

Een materiaal dat snel doorhardt, zoals calciumsulfaat, heeft als voordeel dat de vloer weer snel toegankelijk is voor voetgangersverkeer waardoor de afbouwfase kan worden vervolgd. Daar tegenover staat een relatief dichtere structuur van deze vloeren en het lagere vochtgehalte dat moet worden bereikt voordat de vloerafwerking kan worden aangebracht. Daardoor kan het uiteindelijke verschil in tijdstip van oplevering tussen een dekvloer uit calciumsulfaat of zandcement wel eens niet veel uitmaken.

Ten aanzien van vocht zijn er twee perioden te onderscheiden:
- De periode van verharding, waarbij het bindmiddel chemisch reageert. In deze periode moet droging juist worden voorkomen.
- De periode van droging, waarbij de dekvloer een vochtgehalte moet krijgen dat in ‘evenwicht’ is met de omgeving en dat voldoet aan de vereisten die bij de gewenste vloerafwerking horen.

Voor cementgebonden dekvloeren is vocht geen belemmering voor de vloer zelf. Uiteraard kan een hoog vochtgehalte wel leiden tot klachten (vorstschade buiten) en maakt het een verdere afwerking veelal onmogelijk.
Voor calciumsulfaat- en magnesietgebonden dekvloeren is vocht wel funest voor de mechanische eigenschappen. Vochttoetreding na verharding moet dan ook altijd worden voorkomen. Ook het vochtgehalte op moment van aanbrengen van een vloerafwerking is kritisch.

Vloerafwerkingen worden op basis van de dampremming onderverdeeld in sterk dampremmende vloerafwerkingen, matig dampremmende vloerafwerkingen en niet-dampremmende vloerafwerkingen. Linoleum, polyvinylchloride (PVC) en epoxycoatings zijn voorbeelden van sterk dampremmende

afwerkingen. Jute en kokosmatten zijn voorbeelden van dampopen materialen. Verder moet rekening worden gehouden met overige vochtbronnen, zoals vocht in de onderliggende constructie (draagvloer).
Het toelaatbare restvochtgehalte in de ondergrond is afhankelijk van:
- de dampdichtheid van de aan te brengen vloerafwerking;
- de vochtgevoeligheid van de toegepaste materialen;
- het bindmiddel waaruit de dekvloer bestaat.

Naarmate een vloerafwerking dampdichter wordt, zal het restvochtpercentage lager moeten zijn. Zo levert naaldvilt nauwelijks problemen op, ook indien het restvochtgehalte nog hoog is. Soms is het dus verstandig dit materiaal eerst (tijdelijk) aan te brengen om de vloer de gelegenheid te geven goed te drogen. Linoleum en kunstharsgebonden vloerafwerkingen leveren doorgaans een sterk dampremmende afwerking op.
Natuurlijk geldt dat indien materialen niet gevoelig zijn voor vocht, het ook niet erg is als ze op een wat vochtige ondergrond worden aangebracht. Het materiaal kan dan niet rotten of worden aangetast. Echter, het gaat niet alleen om aantasting, maar ook om een eventuele vochtzwelling die kan optreden. Dit laatste kan ervoor zorgen dat er plooien gaan ontstaan in een vloerafwerking of dat deze loskomt.
Bij cementgebonden dekvloeren wordt doorgaans een hoger percentage restvocht geaccepteerd dan bij calciumsulfaatgebonden dekvloeren. Bij cement zijn percentages tot enkele massaprocenten nog toelaatbaar. Bij calciumsulfaat in combinatie met een dampdichte afwerking wordt veelal een restvochtgehalte geëist van minder dan 0,5 massaprocent. Bij een dampopen afwerking mag dit oplopen tot 1 massaprocent.

Het aanwezige vochtgehalte kan in het werk worden bepaald met de calciumcarbid methode (CM). Deze meetmethode heeft in de praktijk de voorkeur, aangezien andere methoden gebaseerd op weerstandsmetingen een veel minder zuiver beeld geven. Hiermee worden dus onnodige risico's gelopen. Voor het meten van het vochtgehalte wordt verwezen naar het hoofdstuk Test- en meetmethoden.

14 VOEGEN

14.1 Inleiding

In een vloer kunnen diverse soorten voegen voorkomen. Ieder type voeg heeft zijn eigen functie en verschijningsvorm. Functie en verschijningsvorm zijn daarbij aan elkaar gekoppeld.

Verschillende soorten voegen zijn:
- stortvoegen;
- bewegingsvoegen (dilataties);
- schijn- of krimpvoegen;
- omtrek- of scheidingsvoegen (uitzetvoegen);
- constructievoegen.

De plaats waar voegen moeten komen, moet al bij het ontwerp zijn vastgelegd. Dit omdat het van invloed is op de prijs, de planning en de gebruikswaarde van de vloer. Dit laatste geldt met name bij vloeistofdichte vloeren, waar elke voeg vloeistofdicht moet zijn uitgevoerd (zie Hoofdstuk 10). Uiteraard brengt dat extra kosten met zich mee.

14.2 Stortvoegen

Bij grote vloervelden kan het soms niet anders dan dat de vloer in fasen wordt aangebracht. Tussen de 'dagproducties' kan dan een stortvoeg of stortnaad worden aangebracht. Een stortvoeg onderscheidt zich van andere voegen doordat het bij dit soort voeg de bedoeling is dat de uiteindelijke vloer een geheel vormt. Een stortvoeg is dus een niet-beweegbare onderbreking in de vloer.
Natuurlijk is het raadzaam het beëindigen van de productie zoveel mogelijk af te stemmen en samen te laten vallen met een ander type voeg, bijvoorbeeld een dilatatie.

14.3 Bewegingsvoegen (dilataties)

Bewegingsvoegen of dilataties vormen een volledige doorsnijding van de dek- of betonvloer. Er worden als het ware afzonderlijke vloervelden gecreëerd. Indien in de draagvloer dilatatievoegen voorkomen, moeten deze altijd worden doorgezet in de dekvloer. Ook in een eventueel aan te brengen vloerafwerking moeten deze voegen worden doorgezet.

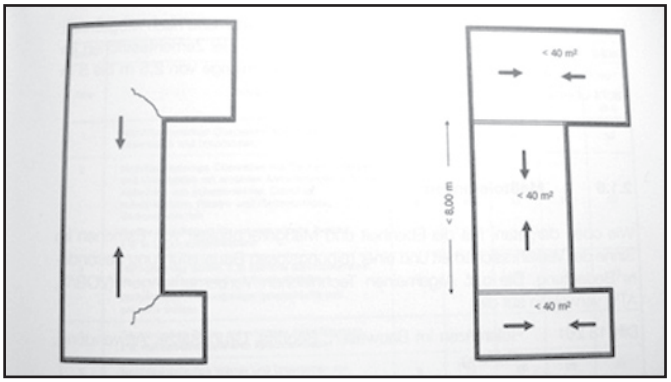
De vraag lijkt gerechtvaardigd of in bepaalde gevallen (bijvoorbeeld bij dikke vloerpakketten van niet-hechtende of zwevende dekvloeren) deze bewegingsvoegen niet achterwege kunnen blijven. Juist omdat voegen meer aanleiding kunnen geven tot onthechting.
Het mogelijk achterwege kunnen blijven, wordt in belangrijke mate bepaald door de daadwerkelijk optredende beweging van de dilatatievoeg en de ouderdom van de constructie. Stel dat over betonnen vloerelementen van elk 4 meter lengte een dekvloer moet worden aangebracht. De elementen bevinden zich aan de noordzijde van een gebouw.
De maximaal denkbare vervorming in de voeg is dan ongeveer: lineaire uitzettingscoëfficiënt (= 0,012 mm/m°C voor beton) x lengte (4 m) x temperatuurverandering.

Bij een temperatuurverschil (ΔT) van + 30ºC tot - 10ºC levert dit een vervorming op van:

0,012 x 4 x 40 = 1,9 mm.

Bij dikke afwerkvloeren (> 50 mm) of elastische vloerafwerkingen moet het mogelijk zijn, net zoals bij scheuroverbruggende coatings, deze vervorming in het dekvloerpakket of de afwerking op te vangen. Overigens kan deze, indien een afwerking wordt doorgezet, zich wel gaan aftekenen door bijvoorbeeld plooien die ontstaan bij het samendrukken van het materiaal of een insnoering bij het uitrekken (afb. 50).

Afb. 50: Effect doorzetten dunne vloerafwerking over voeg

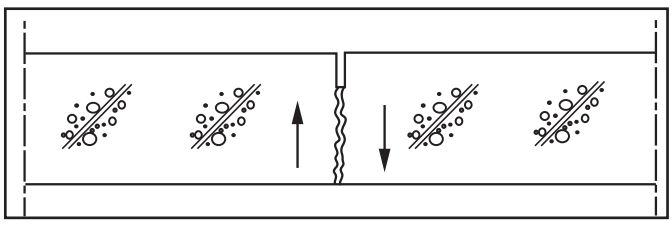


Afb. 51: Scheur vanuit inwendige hoek en voeg en mogelijkheid om dit te voorkomen.

14.3.1 Schijn- of krimpvoegen

Krimpvoegen worden aangebracht om ongewenste, grillig verlopende scheuren van de vloer te voorkomen tijdens het doorharden van het materiaal. Krimpvoegen worden meestal aangebracht door zagen. Worden geen krimpvoegen aangebracht, dan zal de scheurvorming redelijk ongecontroleerd plaatsvinden.

Kenmerkend voor krimpvoegen is dat ze niet over de gehele dikte van de vloer worden aangebracht. Een vuistregel is dat ze tot tenminste 1/3e van de vloerdikte worden aangebracht om voldoende effectief te zijn. Bij het krimpen van de vloer zal dan wel een doorlopende scheur ontstaan, waarbij de vloerhelften horizontaal worden ontkoppeld. Een verticale ontkoppeling hangt af van de scheurbreedte. Vaak zal nog enige deuvelwerking mogelijk blijven in verticale richting door de haakweerstand van het grillig breukvlak (afb. 52). Gegarandeerd is dit echter niet (afb. 53).



Afb. 52: Resterende deuvelwerking afhankelijk van scheurwijdte

Bij cementgebonden vloeren (dek- en betonvloeren) zijn in het algemeen meer krimpvoegen noodzakelijk dan bij vloeren op basis van calciumsulfaat.
Kunstharsgebonden vloeren hebben in het algemeen een goede inwendige verdeling van de spanningen en krimpen niet of nagenoeg niet, waardoor krimpvoegen niet tot minder noodzakelijk zijn.

De locaties van krimpvoegen moeten aansluiten bij de scheuren die de vloer zelf 'in gedachte' heeft. Gebruikelijk is dergelijke krimpvoegen aan te brengen op plaatsen waar de breedte van de vloer sterk verandert, zoals onder deuropeningen en bij L-vormige vloeren. Een krimpvoeg wordt gecreëerd door een naad in de vloer aan te brengen tot tenminste 1/3e van de dekvloerdikte.

Afb. 53: Een krimpvoeg had dit grillig verloop kunnen beperken

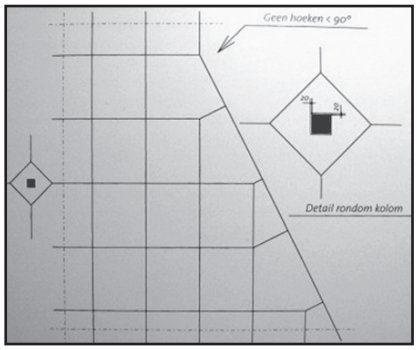
De noodzaak tot het aanbrengen van krimpvoegen is afhankelijk van de toelaatbaarheid van eventuele scheuren, zie ook 15.7.9. Indien 'wilde' krimpscheuren geen probleem opleveren, is het aanbrengen van krimpvoegen geen noodzaak.

Het aanbrengen van krimpvoegen bij hechtende vloeren kan soms meer problemen oproepen dan oplossen. Immers, bij elke beëindiging van een vloerveld moeten de spanningen in de dekvloer of draagvloer worden overgedragen. Dit gebeurt door schuifspanningen. Bij elke rand ontstaat een piek in deze schuifspanningen, hetgeen onthechting in de hand werkt. Bij hechtende vloeren moet het aantal krimpvoegen dan ook tot een minimum worden beperkt.

Voor monolithisch afgewerkte betonvloeren die elastisch worden ondersteund moeten volgens CUR-Aanbeveling 36 zaagsneden worden aangebracht in vakken van 7 m x 7 m tot maximaal 15 m x 15 m. In de publicatie "Monolietvloeren" van de VOBN zijn voorwaarden opgenomen (afb. 54).

- Voegen loodrecht op de plaatrand aanbrengen en geen scherpe hoeken maken.
- Stramienmaat van de voegen zo veel mogelijk afstemmen op die van de kolomstramienen.

- Inzagen zodat bij voorkeur vierkante of nagenoeg vierkante vloervelden ontstaan met een maximale verhouding van de zijden van 1:1,3.
- Geen verspringende voegen of T-voegen aanbrengen.
- Rondom kolommen een ruitvormig patroon zagen.
- Inzagen zo snel mogelijk en uiterlijk binnen 48 uur. Wordt te laat ingezaagd dan heeft het weinig nut meer. Bij staalvezelbeton kan een geringe schade ontstaan ter plaatse van de zaagsnede doordat vezels worden 'uitgetrokken'.



Afb. 54: Voorbeeld zaagpatroon (bevat overigens wel een hoek van 90°)

14.3.2 Omtrek- en scheidingsvoegen (uitzetvoegen)

Omtrek- of scheidingsvoegen zijn nodig bij niet-hechtende dekvloeren en zijn bedoeld om de vloer de nodige ruimte te geven om vrij te vervormen. Deze vervormingen treden op onder invloed van temperatuur- of vochtwisselingen. Het creëren van de vrije ruimte gebeurt door het toepassen van kantstroken.

Kantstroken moeten zo zijn samengesteld en van afmeting zijn dat de vervormingen (uitzetten of krimpen) van de dekvloer ongehinderd kan plaatsvinden.

De breedte van de vrije ruimte en dus de dikte van de kantstrook, nodig voor het opvangen van bewegingen door temperatuur, is te berekenen uit (zie ook rekenvoorbeeld):

$$d = \frac{\alpha \times \Delta T \times \ell}{c} \times 100$$

waarin:
d is dikte van de kantstrook in mm;
α is de lineaire temperatuursuitzettingscoëfficiënt van de dekvloer in m/m°C
(zie tabel 34);
ΔT is de maximaal te verwachten temperatuurstijging van de dekvloer in °C;
l is de grootst werkende lengte in mm;
c is de samendrukbaarheid van de kantstrook, in %.

Indien de ruimte tussen dekvloer en aansluitend bouwdeel door de kantstrook blijvend moet worden afgedicht, moet in de berekening het verschil tussen de laagste en hoogste temperatuur van de dekvloer worden aangehouden. Tevens moet rekening worden gehouden met een eventuele krimpverkorting van de dekvloer. Verder zal in plaats van de samendrukbaarheid c uitgegaan moeten worden van de duurzaam toelaatbare vervorming D_{tv} van het materiaal (in %).
Over het algemeen zal een kantstrook de ruimte niet blijvend hoeven afdichten en is het voldoende rekening te houden met voldoende ruimte voor het uitzetten van de vloer.

Bij het vaststellen van de breedte van de kantstrook en het materiaal is een aantal aandachtspunten van belang:

- Calciumsulfaatgebonden vloeren vertonen bij de uitharding ook enige zwel (maximaal 0,2 mm/m). Voor dit type vloer zal hiermee rekening moeten worden gehouden bij het berekenen van de dikte van de kantstrook.

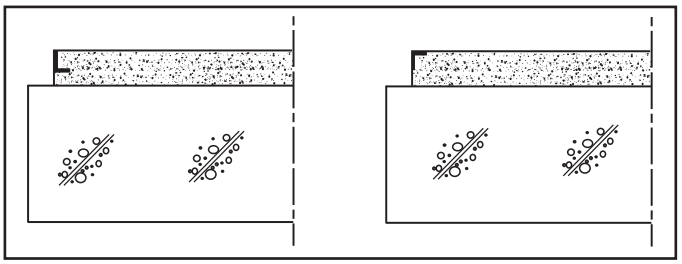
- In de praktijk zal een kantstrook van 8 mm dikte doorgaans voldoende zijn.

- Bij de maximaal te verwachten temperatuursverhoging van de dekvloer speelt de aanvangstemperatuur een rol. Hoe hoger deze is, hoe kleiner de toename zal zijn.

- Elk materiaal heeft een eigen lineaire uitzettingscoëfficiënt (tabel 34). Voor de lineaire temperatuursuitzettingscoëfficiënt per graad temperatuurverschil geldt ter indicatie: cementgebonden: (10 tot 12) × 10^{-6} m/m en calciumsulfaatgebonden: (12 tot 25) × 10^{-6} m/m. Een waarde van 10 × 10^{-6} m/m komt overeen met een vervorming van 0,01 mm per meter lengte per graad temperatuurverschil. De werkende lengte is de lengte die de vervorming zal bepalen. Bij een vloer die rondom wordt voorzien van isolatie en vrij kan bewegen, is dit in principe de halve lengte of breedte van de vloer.
  Een voorbeeld: Bij het toepassen van een cementgebonden dekvloer met een werkende lengte van 5 m, een temperatuurstijging van ten hoogste 20°C en een isolatiemateriaal met een samendrukbaarheid van 20%, bedraagt de benodigde dikte d = (12 × 10^{-6} × 20 × 5000) × 100 / 20 = 6,0 mm.

- Als vanwege akoestische aspecten sprake is van een zwevende vloer, moet het toe te passen materiaal een lage dynamische stijfheid bezitten. Bij voorkeur niet meer dan 100 MN/m^3, bepaald volgens NEN-ISO 9052-1. Materialen als minerale wol, geëlastificeerd polystyreen en foam kunnen hieraan voldoen.

- Het gebruikte voegmateriaal moet voldoende hoog zijn, dat wil zeggen tot boven het afwerkniveau van de vloerafwerking.



Afb. 55: Plaatsen van een hoekprofiel (links goed, rechts fout)

Tabel 34: Voorbeelden van lineaire uitzettingscoëfficiënten (indicatief)

Materiaal	Uitzettingscoëfficiënt in mm/m per °C
Beton	0,010 – 0,012
Staal	0,010
Epoxy	0,030 – 0,090
Polyurethaan	0,090
Rubber	0,110 – 0,200
Bitumen	0,200
Vurenhout	0,005
Natuursteen	0,004 – 0,007

14.3.3 Constructievoegen

Constructievoegen zijn tijdelijke beëindigingen van de vloer die ontstaan doordat een grote vloer in meerdere dagen/fasen wordt gemaakt. In gerede toestand is feitelijk geen sprake meer van een voeg of het moet zijn dat een constructievoeg een functie krijgt als krimp- of dilatatievoeg.

Bij brede voegen is er, afhankelijk van het verkeer, kans op beschadiging van de voegranden. Het opnemen van een hoek- of dilatatieprofiel is dan aan te bevelen. Deze producten zijn er in vele soorten en maten. Bij zwaarbelaste voegovergangen moet het hoekprofiel worden verankerd in of op de draagvloer.

Bij licht verkeer is verankering in de dekvloer mogelijk. Bij hoekijzers moet de voegconstructie zodanig worden uitgevoerd dat het liggende been rust op de draagconstructie en het verticale been de randbeëindiging vormt. Een veel gemaakte fout is dat dit juist andersom wordt gedaan en dat er dan geen verankering in het beton of de dekvloer aanwezig is (afb. 55).

15 DOOR SCHADE EN SCHANDE

15.1 Introductie, schade of geen schade

Het merendeel van de dek-, beton- en afwerkvloeren wordt gemaakt zonder dat er problemen zijn en/of schade ontstaat. Waar wel discussie ontstaat, gaat het vaak ook nog om verkeerde verwachtingen en dus het niet duidelijk vooraf specificeren of aangeven wat verwacht mag worden. In een aantal gevallen ontstaat echte schade. Weten hoe bepaalde gebreken of onvolkomenheden kunnen ontstaan, helpt ze te voorkomen. Vandaar dat we in dit boek op enkele veelvoorkomende mechanismen en oorzaken van schade ingaan.

Allereerst is het goed een juist begrip te krijgen van schade. Van schade is sprake als iets niet voldoet aan de verwachtingen en het gebrek het functioneren van het onderdeel in de weg staat. Is over esthetische aspecten niets afgesproken, dan kunnen vlekken niet als schade worden aangemerkt. Eerder moet dan worden gesproken over onvolkomenheden. Er is immers niets over het uiterlijk afgesproken en het belemmert het technisch functioneren niet. Is juist wel gesproken over een egaal ogende vloer, dan zijn vlekken wel als schade aan te merken.

Of iets een schade of een onvolkomenheid is, is dus mede afhankelijk van het soort afwerking. Waar de grens ligt, is vaak in normen vastgelegd. Voor het gemak spreken we in het vervolg van dit hoofdstuk steeds over schade, maar het kan dus ook om een onvolkomenheid gaan.

15.2 Indeling schadebeelden en -oorzaken

Schadebeelden die bij vloeren kunnen worden vastgesteld zijn onder meer:
- kuilvorming;
- doorponsen (onvoldoende sterkte);
- afzanden, stofvorming;
- verwering van de toplaag;
- te open (poreus) oppervlak;
- scheurvorming en afgebroken randen;
- te ruw oppervlak;
- onthechting;
- krassen.

De schade-oorzaken die leiden tot de genoemde schadebeelden kunnen talrijk zijn. Ook kunnen ze in verschillende fasen van het ontwerp en het bouwproces worden voorkomen. Hieronder staan enkele voorbeelden van schades in relatie tot de fase waarin maatregelen genomen hadden kunnen worden om deze schade te voorkomen.

Bij ontwerp en tijdens uitvoering, schade door:
- te snelle ingebruikname, te snel belasten van de vloer;
- te veel warmtetoevoer;
- tocht;
- vorst of neerslag.

Bij selectie materiaal en verwerking van materiaal, schade door:
- slechte korrelopbouw;
- te veel fijn materiaal;
- geringe korrelsterkte;
- schadelijke, bindtijdvertragende bestanddelen;
- zwellend toeslagmateriaal;
- gebruik vervuild water.

Bij verwerking van materiaal, schade door:
- te veel bindmiddel;
- te veel water toevoegen;
- verkeerde dosering grondstoffen;
- te lange opslag voor verwerking;
- onvoldoende voorbehandelen ondergrond;
- onvoldoende verdichting;
- te vlug of juist te laat afwerken;
- te geringe laagdikten;
- ongelijkmatige of te snelle uitdroging door onvoldoende bescherming;
- te grote voegafstanden.

Tijdens het uitharden of door gebruik, schade door:
- calamiteiten;
- foutief gebruik;
- overbelasting.

Een aantal schade-oorzaken wordt hieronder besproken.

15.3 Onthechting en scheuren

15.3.1 Inleiding

Indien een dekvloer of vloerafwerking loskomt van de ondergrond of scheurt, wordt dit doorgaans toegeschreven aan een onjuiste uitvoering. In bepaalde gevallen is dit niet terecht. Het zijn dan bijvoorbeeld de verwerkte materialen en/of de voorgeschreven laagdikten die aanleiding hebben gegeven tot het loskomen of scheuren. Hoe zorgvuldig het vloerenbedrijf ook werkt, scheuren en/of loskomen treedt dan altijd op. Ook applicatieomstandigheden en de draagvloer zelf kunnen een oorzaak zijn.

15.3.2 Ontstaan spanningen in materiaal

Bij gehechte materialen ontstaan spanningen op het grensvlak en in de materialen door:

- **krimpverschillen**
  Deze krimpverschillen zijn een gevolg van bijvoorbeeld de uitharding of droging van een nieuw materiaal dat op een reeds uitgewerkte ondergrond wordt aangebracht. Bij cementgebonden mortels is sprake van uitdrogingskrimp en bij sommige kunstharsgebonden mortels van polymerisatiekrimp. Ook al is de krimp van een materiaal gelijk, dan nog kan hij verschillen in de tijd. Dit hangt samen met het drooggedrag. Een cementgebonden dekvloer droogt vanwege zijn open structuur relatief sneller dan beton. Vuistregels die wel worden aangehouden, zijn een droging van 1 cm per week of een droging van 1 mm per dag. Uiteraard is daarbij wel een drogende conditie vereist (relatieve luchtvochtigheid minder dan 65%). Bij beton kan het wel maanden tot jaren duren voordat het evenwichtsvochtgehalte is bereikt. De exacte tijd is afhankelijk van de dikte, de dichtheid van het materiaal en de drogingcondities. Het evenwichtsvochtgehalte is het vochtgehalte dat het materiaal aanneemt bij de gemiddeld heersende relatieve luchtvochtigheid. De krimp van beton zal dus mede afhankelijk zijn van de omstandigheden waarin het verblijft (tabel 35).
  Bij beton op geïsoleerde ondergronden kan de verdamping alleen aan de bovenzijde plaatsvinden, waardoor het vele jaren duurt voor het evenwichtsvochtgehalte wordt bereikt.

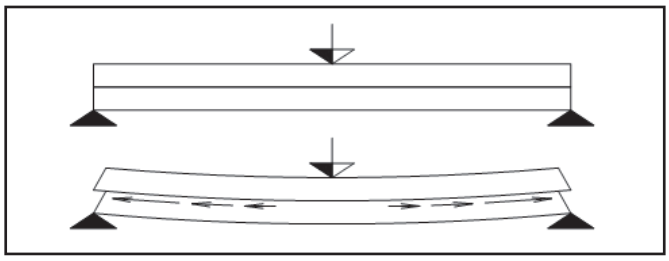
Tabel 35: Krimp beton volgens 6.1.6 van NEN 6720

Relatieve luchtvochtigheid	Drogingskrimp in %
0-60% droge lucht	0,040
60-85% buitenlucht	0,025
85-100% zeer vochtig	0,010
100% in water	0,000

- **lengteveranderingen door verschil in temperatuursuitzetting of vochtwisselingen**
  Elk (poreus) materiaal zal, nadat het zijn droging heeft ondergaan, in lengte veranderen door temperatuur- en vochtwisselingen. De temperatuurvervormingen zijn daarbij dominant. Deze vervormingen worden bepaald door de thermische uitzettingscoëfficiënt van het materiaal en de temperatuurwisselingen die het ondergaat ten opzichte van de gemiddelde waarde. In het geval van vloerverwarming zullen vormveranderingen groter zijn dan zonder vloerverwarming, omdat de vloertemperatuur hoger wordt.
  Materialen die op elkaar worden aangebracht, kunnen dus een verschillende temperatuuruitzetting hebben.
  Enerzijds omdat het een ander materiaal betreft. Zo is de uitzettingscoëfficiënt per graad temperatuurstijging of daling van bijvoorbeeld graniet ongeveer 0,005-0,009 mm/m. Voor beton is dit 0,010-0,012 mm/m. In het ongunstigste geval dus meer dan 2 keer zo veel als graniet.
  Anderzijds omdat de vloer nooit in zijn geheel gelijk wordt opgewarmd of afgekoeld (denk aan zonbestraling aan het oppervlak of het aanzetten van vloerverwarming of vloerkoeling).

- **verschil in stijfheid**
  Een stijf en hard materiaal zal bij een gelijkblijvende, opgelegde vervorming relatief veel spanning naar zich toe trekken. Neem bijvoorbeeld een stalen strip met daarop een elastiekje. Bij het uitrekken vervormen het elastiekje en de strip even veel. Het elastiekje zal door de grote elasticiteit (lage elasticiteitsmodulus) nauwelijks onder spanning komen te staan. De stalen strip wel. Dit aspect speelt een rol als een constructie gelijkmatig wordt opgewarmd, maar de materialen een verschillende uitzettingscoëfficiënt hebben.

- **doorbuiging**
  Bij doorbuiging van een samengesteld systeem zal, indien de vloer een ruimte overspant, het onderste deel onder trek komen te staan en het bovenste deel onder druk. Bij een samengesteld pakket leidt dit tot schuifspanningen op het grensvlak van de verschillende materialen en, gemiddeld gezien, drukkrachten in de zone boven de ‘neutrale lijn’.
  Bij betonnen vloeren speelt na de directe doorbuiging vooral het kruipgedrag een rol. Kruip is het verschijnsel dat een materiaal doorbuigt onder een constante belasting (vergelijkbaar met een houten boekenplank).
  Volgens onze bouwvoorschriften zijn toelaatbare vervormingen relatief fors en eerder afgestemd op gebruikswaarden dan op het voorkomen van gevolgschade. In NEN 6702 (TGB 1990) is voor vloeren waarop geen scheidingswanden worden geplaatst een einddoorbuiging van ten hoogste 0,004 keer de overspanning (bij ligger op steunpunten) toegestaan. De einddoorbuiging is de doorbuiging in de eindfase ten opzichte van een volkomen vlakke vloer (afb. 65).
  Bij 7,5 meter betekent een doorbuiging van 0,004 keer de overspanning maar liefst 30 mm. Bij twee lagen met verschillende stijfheid die op elkaar zijn aangebracht, ontstaan hierdoor grote schuifspanningen (zie afb. 56).



Afb. 56: Afschuiven als gevolg van doorbuiging van op elkaar aangebrachte materialen

15.3.3 Gevolgen bij hechtende vloer

Bij een hechtende vloer is sprake van een verhinderde vervorming. De volgende situaties kunnen ontstaan.

- **Onthechting**

Onthechting treedt op als de schuifspanningen op het hechtvlak hoger worden dan de hechtsterkte van de afwerklaag aan de ondergrond of de treksterkte van het materiaal wordt overschreden.

- **Scheuren**

Scheuren ontstaan in het materiaal als de trekspanning in het materiaal de treksterkte overschrijdt.

In de praktijk is vaak te constateren dat een vloer loskomt langs de rand of ter plaatse van scheuren die zijn ontstaan. Dit is uit het krachtsverloop van een hechtende vloer goed te verklaren. Langs uiteinden van vloeren of ter plaatse van scheuren is de schuifspanning in het grensvlak maximaal. Voor deze spanningen geldt globaal:

$$\tau = \varepsilon \sqrt{(k \cdot E \cdot h)}$$

Waarin:
- τ is de maximale schuifspanning in N/mm^2;
- ε is het krimp/vervormingverschil van de afwerklaag in mm/mm;
- k is de weerstand van de ondergrond tegen verschuivingen in N/mm^3;
- E is de elasticiteitsmodulus (stijfheid) van de afwerklaag in N/mm^2;
- h is de dikte van de afwerklaag in mm.

De factor k is dus een maat voor de wrijvingsweerstand. Indien de materialen vrij over elkaar kunnen schuiven, is k gelijk aan 0 en dus ontstaan er geen schuifspanningen. Probleem bij het berekenen van spanningen is vaak dat de factor k nog onvoldoende onderzocht en bekend is. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de elasticiteitsmodulus van een materiaal.

De schuifspanningen staan ook weer in verhouding tot spanningen loodrecht op het contactvlak. Deze spanningen kunnen dus hoog oplopen als het een star materiaal is met veel laagdikte, dat ook nog goed hechtend is aangebracht. Zozeer zelfs dat onthechting langs de vrije randen een logisch effect is. Vandaar ook dat in de normen voor dekvloeren een bepaalde mate van onthechting is toegestaan, ook al is een hechtende uitvoering overeengekomen.

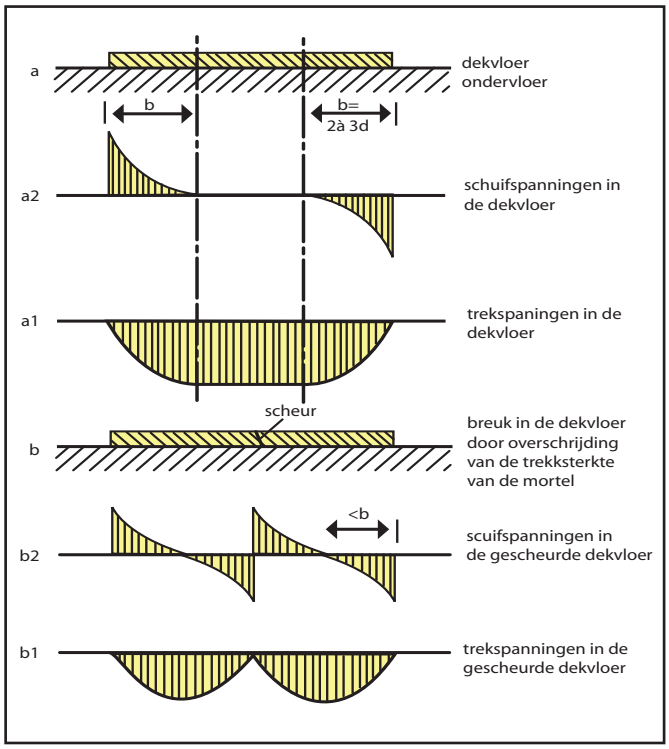
De maximale trekspanning in het opgebrachte materiaal bedraagt:

$$\sigma = E \bullet \varepsilon$$

Waarin:
σ is de trekspanning in N/mm^2.

De beide formules laten zien dat:
- de trekspanning niet afhankelijk is van de dikte. Begrijpelijk, omdat bij een twee keer zo dikke laag wel twee keer zo hard aan het materiaal getrokken moet worden om het op lengte te houden. Echter, er is ook twee keer zo veel materiaal. De kracht gedeeld door het oppervlak blijft dan gelijk;
- de schuifspanning wel dikte gerelateerd is. Hoe dikker de laag, hoe groter de schuifspanning die optreedt;
- de krimp dus voor een belangrijk deel de spanningen bepaalt. Ook een rol speelt de specifieke stijfheid (elasticiteitsmodulus). Het beheersen van die twee aspecten is dus een belangrijke voorwaarde om ook de spanningen die ontstaan te beheersen.

Afb. 57 schetst de spanningsopbouw op eenvoudige wijze. Ter plaatse van een voegovergang kunnen geen trekspanningen in het materiaal aanwezig zijn. Er is immers geen materiaal dat aan de dekvloer kan 'trekken'. De trekspanning in het materiaal wordt dan ook geleidelijk opgebouwd van nul aan het uiteinde tot de maximale waarde verderop. Voor de schuifspanning geldt het omgekeerde. Deze is maximaal aan het uiteinde en minimaal even verderop. De trek- en schuifspanning verlopen dus over de lengte van de dekvloer. Overigens worden de spanningen snel op- en afgebouwd. Al op vrij korte afstand van een vrije rand is de spanning volledig op- of afgebouwd. De trekspanning is maximaal op een afstand L die groter is dan $6 \sqrt{(E \cdot h / k)}$.



Afb. 57: Spanningsopbouw in dekvloer en op grensvlak

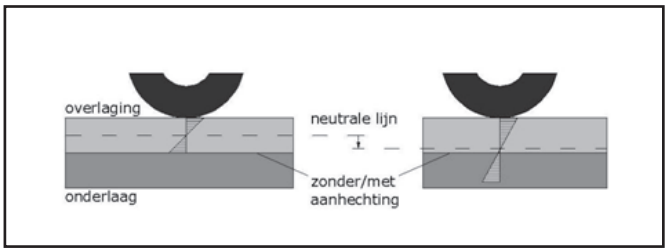
Voor zowel een cementgebonden deklaag (elasticiteitsmodulus ten hoogste 30.000) en een kunststofgebonden dekvloer (elasticiteitsmodulus 10.000) wordt bij de gebruikelijke laagdikten geen grotere lengte gevonden dan 1 meter. Dit houdt in dat in de gangbare afwerkvloeren reeds bij een vloerlengte van 1 m de trekspanningen maximaal zijn. In veel gevallen zal dit reeds zijn opgetreden bij afstanden kleiner dan 0,5 m. Het aanbrengen van krimpvoegen in een hechtende dekvloer heeft dus weinig zin als de onderlinge afstand van deze voegen groter is dan deze 0,5 meter. Praktisch betekent dit dat in een hechtende vloer geen voegen aangebracht hoeven te worden, behalve als deze ook in de ondergrond aanwezig zijn.

De kans op scheuren en onthechting wordt dus in belangrijke mate bepaald door:
- het krimpgedrag van het materiaal;
- de laagdikte waarin het materiaal wordt aangebracht.
  Dit betekent dat bij een keuze van materialen hiermee rekening kan worden gehouden als er verschillende materialen beschikbaar zijn. Een probleem bij de keuze is evenwel dat krimpgegevens zelden kwantitatief zijn beschreven in productbladen.

15.3.4 Ernst onthechting en scheuren

Scheuren zullen, mits ze niet bewegend zijn, zelden het technisch functioneren van een dekvloer in de weg staan. Dit geldt zeker voor eventuele krimpscheuren in een hechtende dekvloer. Bij bewegende scheuren vraagt een bewegende scheur aandacht bij het toepassen van een vloerafwerking. Deze zal zodanig moeten worden uitgevoerd dat een geringe beweging van een scheur kan worden opgevangen.

Ook onthechting hoeft bij een dekvloer van voldoende samenhang en dikte geen probleem op te leveren. Bij onthechting ontstaat door het belasten van de vloer een andere spanningsverdeling (zie afb. 58). Desondanks is er nog niet echt sprake van buiging zoals bij een dekvloer op een verend materiaal (zie hoofdstuk 12.2.3). Door het beoordelen van de dikte en de samenhang van de mortel en deze te toetsen aan bijvoorbeeld de eisen voor een hechtende en zwevende vloer, kan een inschatting worden gemaakt van de ernst van de onthechting.



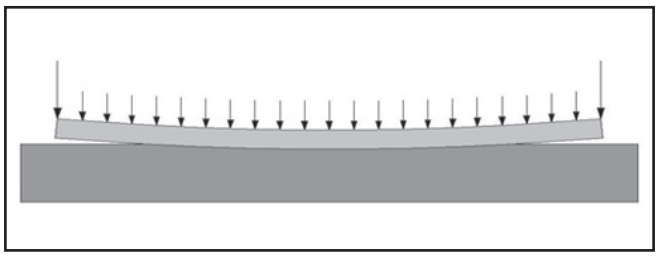
Afb. 58: Effect onthechting vloer op spanningsverdeling

15.4 Schotelen

Een ‘bekend’ verschijnsel van losse dekvloeren of matig hechtende dekvloeren is het schotelen aan de randen en de hoeken van een vloerveld. Schotelen is het ‘opkrullen’ van de dekvloer. De oorzaak is een ongelijkmatige uitdroging en dus krimp. De bovenzijde droogt sneller uit en wil verkorten. De onderzijde droogt zeer langzaam en krimpt aanmerkelijk langzamer. Door dit krimpverschil gaat de vloer hol staan.

De mate waarin schotelen optreedt, is afhankelijk van onder meer:
- de krimp (drogings)gradiënt. Een zeer geleidelijke uitdroging vermindert de ‘bolling’;
- de krimpmaat van het materiaal. Calciumsulfaat heeft bijvoorbeeld een geringe drogingskrimp. Schotelen treedt wel op, maar is nauwelijks merkbaar;
- de stijfheid van het materiaal;
- de dikte van de laag.

Een belangrijk gevolg van het schotelen is dat de vloer langs de rand vrijkomt van de ondergrond en gaat zweven. Wordt de opgekrulde rand zwaar belast, dan ontstaan scheuren.



Afb. 59: Schematische voorstelling schotelen

15.5 Delaminatie

Delaminatie aan de bovenzijde van een monolithisch afgewerkte betonvloer is een soms voorkomend fenomeen. Over de oorzaak bestaat nog geen eenduidigheid. Er zijn enige aspecten aan te wijzen die van invloed kunnen zijn. In vrijwel alle gevallen waarin delaminatie optrad, bleek het beton over de doorsnede een sterk verhoogd luchtgehalte te hebben. Percentages tot wel 15 volumeprocent zijn daarbij vastgesteld, terwijl niet meer dan enkele procenten normaal is. Hoe dit kan, is nog onvoldoende bekend, al zijn hierover wel gedachten en theorieën aanwezig. Zo lijken bepaalde typen plastificeerder een grotere kans op schade te geven dan anderen.

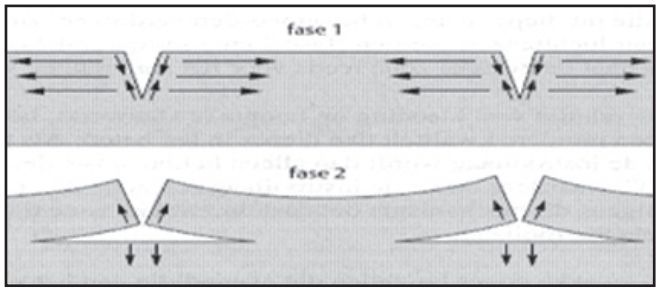
Afb. 60: Opgetreden delaminatie

Delaminatie ontstaat in een vrij vroege fase. Dit blijkt onder meer uit het breukvlak van de losgekomen schilfers. Breuk treedt op langs het toeslagmateriaal.

Met betrekking tot het mechanisme van de schade wijzen we op twee mogelijkheden.

- Als beton met een verhoogd luchtgehalte wordt afgewerkt met een oppervlakteverdichter, dan wordt lucht uit de toplaag verdreven. Door de dichte structuur van de toplaag die hierdoor ontstaat, kunnen dieper gelegen luchtbellen niet meer naar buiten treden en verzamelen deze zich onder deze toplaag. Dit mechanisme treedt al op voor het aanbrengen van een eventuele instrooilaag.
- Als een instrooilaag wordt toegepast, kan het voorkomen dat als gevolg van bleeding (waterafscheiding) de bovenste laag van het nog niet ingestrooide beton een mindere kwaliteit heeft dan het beton in de kern. Het instrooien heeft vervolgens tot gevolg dat deze mindere laag wordt afgedekt met een zeer hoogwaardige laag. Delaminatie is hier dus het gevolg van het instrooien.

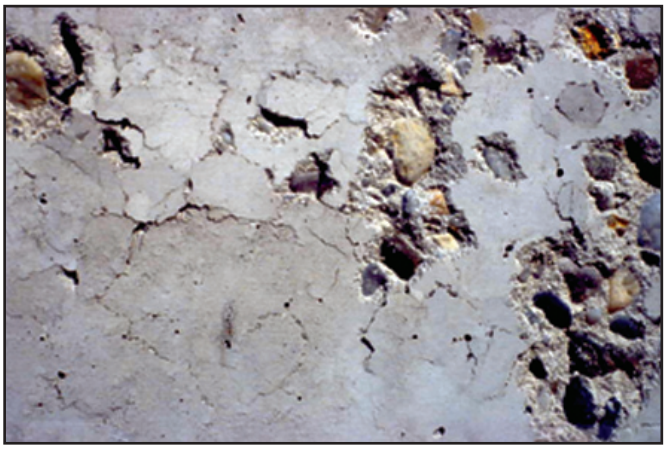
Dat uiteindelijk een losse toplaag ontstaat, wordt toegeschreven aan:
- het bezwijken van deze zwakke laag door krachten die hier tijdens het nabewerken op worden uitgeoefend;
- krimpspanningen, gecombineerd met scheuren en schotelen, waardoor de toplaag loskomt van de ondergrond (zie afb. 61).



Afb. 61: Scheuren en schotelen leiden tot losse laag
[Bron: Stufib rapport 12]

We noemen nog een aantal aspecten in relatie tot delaminatie van betonvloeren.
- Opmerkelijk is dat er bij schade soms wordt vastgesteld dat het beton een zeer hoog luchtgehalte heeft. Een luchtgehalte dat niet terug te vinden is in de resultaten van de specie op de centrale. Kennelijk kan het voorkomen dat bij het transport of verwerken extra lucht wordt 'ingebracht' in de versie specie.
- Het lijkt erop dat bepaalde plastificeerders het ontstaan van schade in de hand werken.
- Ook is het mogelijk dat een combinatie van staalvezels (die aan elkaar zijn gelijmd) en hulpstoffen bij transport en verwerking leiden tot een verhoging van het luchtgehalte van de specie.

Bij een mechanisme als hiervoor beschreven komt veelal een toplaag los van enkele millimeters dik. Het kan natuurlijk ook zijn dat delaminatie ontstaat doordat te laat met afwerken is begonnen. De instrooilaag is dan niet goed ingewerkt. Of, indien geen instrooilaag is toegepast, de cementslik die bij het afwerken ontstaat wordt niet vermengd met de reeds opgestevven betonspecie. Het gevolg is eveneens losse schilfers aan het oppervlak, echter met een geringe dikte (minder dan 1 mm). Overigens zou dit dan wel betekenen dat over een zeer groot oppervlak onthechting moet ontstaan. Iets wat in de praktijk niet altijd wordt aangetroffen.
Het schadebeeld moet verder niet worden verward met vorstschade of brandschade. Beide kunnen namelijk eenzelfde beeld oproepen van schilfers beton die loskomen. Het is natuurlijk eenvoudig na te gaan of vorst of brand aan de orde zijn (geweest), bijvoorbeeld door de opdrachtgever hierom te vragen.



Afb. 62: Vorstschade pas gestorte betonvloer

Het voorkomen van onthechting van toplagen betekent dan ook vooral het voorkomen van hoge luchtgehalten in beton (niet meer dan 5 volumeprocent). Ook zal een overmatige waterafscheiding negatief kunnen uitwerken, zeker als de vloer wordt ingestrooid.

Als delaminatie is opgetreden, ontstaat vaak de discussie of dit nog door blijft gaan. Het antwoord hierop is eenvoudig. Er is redelijk consensus dat de invloedsfactoren allemaal tijdens het storten of kort daarna ontstaan (drogen). Dit betekent dat de belasting die vervolgens optreedt, de schade zichtbaar maakt. Is de vloer al enige tijd intensief gebruikt, dan is het niet te verwachten dat meer schade zal ontstaan. De omvang en intensiteit van de delaminatie zal dan ook in belangrijke mate bepalen wat de oplossing is.

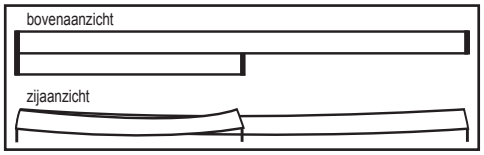
Bij een geringe mate van onthechting (diverse kleine plekken) zal lokaal herstel een prima keuze zijn. Treedt onthechting op een zeer groot oppervlak op (wat meestal niet het geval is), dan zal naar meer structurele oplossingen moeten worden gezocht. Frezen en schuren of alleen schuren kan dan vaak een praktische oplossing zijn. Een dunne toplaag wordt dan verwijderd met als gevolg dat een terrazzoachtig uiterlijk ontstaat. Een visueel duidelijk ander beeld maar een technisch zeker niet mindere vloer. Blijft de opdrachtgever, vooropgesteld dat dit vooraf uitdrukkelijk is overeengekomen, staan op een ‘egaal’ grijze vloer, dan zal overlagen of coaten de enige oplossing zijn. Immers als expliciet eisen zijn gesteld aan het uiterlijk, kan niet volstaan worden met een verwijzing naar een functioneel geschikte vloer. Uiteraard kunnen de werkzaamheden pas worden uitgevoerd nadat de losse delen zijn verwijderd en de vloer is gevlakt of vlakgeschuurd.

15.6 Ongelijkmatig vervormen, doorbuigen dragende ondergrond

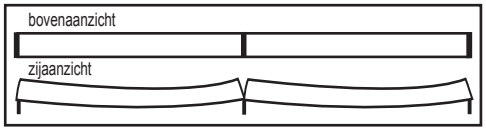
Schade aan een dekvloer of vloerafwerking kan ook ontstaan als onvoldoende rekening wordt gehouden met vervormingen van de ondergrond.

Bij vrijdragende vloeren speelt een aantal effecten die van belang kunnen zijn bij het voorkomen van gebreken in de dekvloer of de vloerafwerking. Belangrijk is bijvoorbeeld of de diverse elementen onderling verschillend kunnen vervormen. Zijn de elementen niet gekoppeld, dan is dit mogelijk. Verschil in vervorming kan dan ontstaan door bijvoorbeeld verschil in droging of belasting op de vloer. Ook treden vervormingverschillen op als lange en korte elementen na elkaar worden geplaatst.

Bij vrijdragende vloeren is het verder van belang rekening te houden met het aanwezig zijn van tussensteunpunten. Dit, omdat boven dit tussensteunpunt een scheur kan ontstaan in de dekvloer of vloerafwerking door het doorbuigen van de draagvloer.



Afb. 63: Effect verschillende plaatlengten

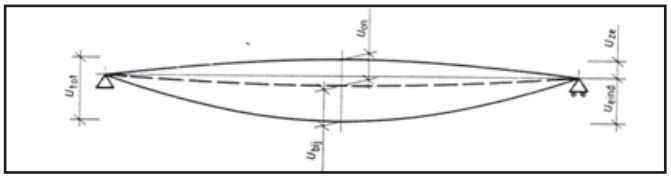


Afb. 64: Effect doorbuiging boven tussensteunpunt

De doorbuiging van een draagvloer ontstaat vanuit:
- een directe doorbuiging;
- een tijdsafhankelijke doorbuiging.

De directe doorbuiging ontstaat door het eigen gewicht van de vloerelementen. Verder zorgen ook dekvloeren, vloerafwerkingen of wanden die erop worden aangebracht door hun last voor een directe doorbuiging. Tenslotte zal elke keer als de vloer wordt belast een directe doorbuiging optreden.
De tijdsafhankelijke doorbuiging ontstaat door kruip van het beton. Kruip is het verschijnsel dat een materiaal in de loop der tijd vervormt onder een gelijk blijvende belasting. Dit effect is bekend van een houten boekenplank die doorbuigt in de loop der tijd. Beton gedraagt zich net zo.

In de NEN-norm voor belastingen en vervormingen voor bouwconstructies (NEN 6720) zijn eisen opgenomen aan de verschillende doorbuigingen die mogen voorkomen. Om bijvoorbeeld aan de eis van de bijkomende doorbuiging te kunnen voldoen, krijgen vrijdragende draagvloeren vaak een zeeg mee (een bolling naar boven). Daarmee wordt bereikt dat na belasten een vlakke vloer wordt gerealiseerd.



Afb. 65: Diverse begrippen, waaronder bijkomende doorbuiging (Ubij)

De toelaatbare vervormingen volgens onze bouwvoorschriften zijn relatief fors en eerder afgestemd op gebruikswaarden dan op het voorkomen van gevolgschade. In NEN 6702 (TGB 1990) is voor vloeren waarop geen scheidingswanden worden geplaatst een einddoorbuiging van ten hoogste $0{,}004 \cdot \ell$ toegestaan. Bij een overspanning van 7,5 meter is dit maar liefst 30 mm. Bij twee lagen met verschillende stijfheid die op elkaar zijn aangebracht, ontstaan hierdoor grote schuifspanningen (zie schematisch afb. 56).

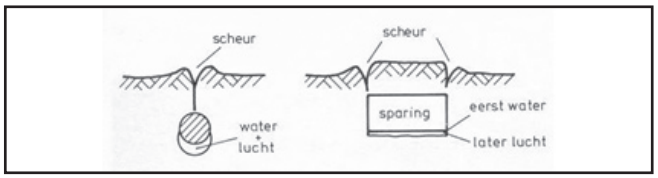
15.7 Scheuren

15.7.1 Scheurtypen

Er kan een aantal verschillende scheurtypen in betonnen draagvloeren en/of dekvloeren worden aangetroffen.
Genoemd worden:
- zettingscheuren;
- plastische krimpscheuren;
- thermische krimpscheuren in jong beton;
- scheuren door temperatuurbelasting;
- scheuren door uitdrogingskrimp;
- craquelé;
- scheuren door verhinderde vervorming;
- scheuren door overbelasting.

15.7.2 Zettingscheuren (draag- en dekvloeren)

Bij een plastische tot vloeibare specie willen zwaardere delen uitzakken. Ook kan een plastische specie wat 'inzakken' (afb. 66). Is er sprake van een dikteverschil dan zal de verkorting bij het dikkere deel groter zijn. Hierdoor ontstaat een scheur op de overgang van het dunne en dikke vloergedeelte. Bekend is ook het ontstaan van scheuren boven leidingen of wapening. Door de leiding wordt het gedeelte boven de leiding belemmerd in het 'inzakken'. De specie naast de leiding kan wel vrij vervormen. Het gevolg is een scheur boven de leiding.



Afb. 66: Scheuren door 'inzakken' specie [Bron: Betoniek]

15.7.3 Plastische krimpscheuren (betonvloer, vloeibare dekvloerspecies)

Bij plastische tot vloeibare mengsels is er kans op waterafscheiding (bleeding). Dit water zal verdampen. Zolang de wateruitstoot groter is dan de verdamping zal er weinig aan het betonoppervlak te zien zijn. Wordt de verdamping groter dan de wateruitstoot, dan gaat de verdamping door tot in de poriën. De betonspecie gaat krimpen met als gevolg fijne scheurvorming, te vergelijken met het uitdrogen van klei.
Plastische krimpscheuren ontstaan in de uitvoeringsfase en kunnen ook in deze fase worden voorkomen of in ieder geval beperkt. Er moet worden gezorgd dat het in de specie aanwezige water niet kan verdampen. De enige doelmatige aanpak voor het ontstaan of beperken van plastische scheurvorming is dus een goede nabehandeling.

15.7.4 Thermische krimp

Cement reageert chemisch in contact met water. Hierbij komt warmte vrij. In de eerste fase van de verharding zal de temperatuur door deze reactie hoog kunnen oplopen. Een en ander wordt onder meer bepaald door de aanvangstemperatuur van de specie, de omgevingstemperatuur en bijvoorbeeld toevoeging van warmte door zonbelasting. De chemische reactie gaat namelijk sneller als de temperatuur hoger wordt. Er ontstaat als het ware een 'kettingreactie'.

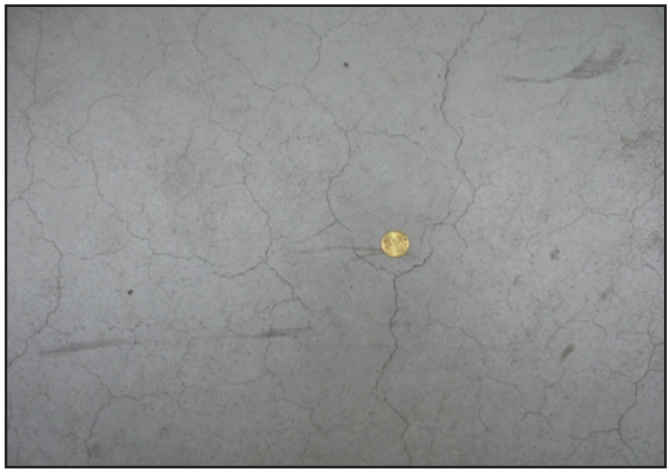
Als het jonge beton niet wordt beschermd en het ‘s nachts bijvoorbeeld sterk afkoelt, wil het beton krimpen. De treksterkte is dan echter nog zeer laag. Er is dan dus een grote kans op scheuren.

15.7.5 Scheuren door uitdrogingskrimp (betonvloer en dekvloer}

Door het verdampen van water vermindert het volume van het beton. Deze volumevermindering gaat gepaard met scheurvorming wanneer er sprake is van verhinderde vervorming. De spanningen zullen grotendeels door relaxatie en het zeer langzame verloop van de uitdroging worden afgebouwd. Door opname van voldoende wapening op de juiste plaats en het aanbrengen van dilatatie- en krimpvoegen, kunnen ongecontroleerde krimpscheuren worden beperkt. Ook het verlagen van de hoeveelheid aanmaakwater en het voorkomen dat vroegtijdig vocht wordt onttrokken, zijn maatregelen die scheuren door uitdrogingskrimp kunnen beperken.

15.7.6 Craquelé (betonvloer, vloeibare/plastische dekvloerspecies)

Het verschijnsel craquelé is te omschrijven als het barsten van de huid van de vloer in een grillig patroon (afb. 67). De betonhuid heeft op deze plaatsen een veel lagere treksterkte. Door temperatuurverschillen en vochtbewegingen ontstaan trekspanningen in de betonhuid met zeer fijne en zeer grillig verlopende scheurtjes tot gevolg. Om een materiaal minder gevoelig te maken voor craquelé worden bindmiddelrijke mengsels afgeraden. Ook moet ontmenging worden voorkomen door een zo laag mogelijke consistentie en een optimale korrelgradering.



Afb. 67: Craquelé in een betonvloer

15.7.7 Scheuren door verhinderde vervorming

Eigenlijk geldt dit algemeen. Er zullen pas trekspanningen ontstaan en dus mogelijk scheuren als een vervorming wordt verhinderd. De hiervoor beschreven scheuren door krimp zijn dus eigenlijk ook voorbeelden van scheuren door verhinderde krimp.
In 15.3 is uitgebreid ingegaan op spanningen die ontstaan als vervormingen worden verhinderd. Deze analyse is op nagenoeg elk materiaal en combinatie van materialen van toepassing.

15.7.8 Voorkomen van scheuren

Uit de oorzaak van scheuren, zoals besproken, kunnen ook gelijk maatregelen worden herleid, waarmee de kans op scheuren sterk is te verkleinen. Genoemd worden:

- het aanbrengen van het materiaal op een vlakke ondergrond.Beter nog, een wrijvingsloze ondergrond. Dit laatste zal praktisch niet mogelijk zijn, maar kan wel worden nagestreefd door bijvoorbeeld folie. Dit heeft overigens een keerzijde (zie volgend punt);
- zorgen dat de uitdroging niet eenzijdig plaatsvindt, maar zowel aan boven- als onderzijde. Betonvloeren kunnen bijvoorbeeld op een puinbed worden gestort;
- de vloer los houden van obstakels als randbalken, poeren en kolommen;
- afdekken van de vloer als een sterke daling van de temperatuur wordt verwacht in de nacht. Omgekeerd afschermen als een te snelle opwarming wordt verwacht;
- toepassen van materialen met een zo laag mogelijke krimpmaat. Dit betekent een goed opgebouwd korrelskelet en zo min mogelijk bindmiddel en water (bij cement). Beide laatste zijn overigens aan voorwaarden gebonden.
  Benadrukt wordt dat zeer fijne oppervlaktescheurtjes met een grillig patroon (de zogenoemde craquelé) altijd in meer of mindere mate zal voorkomen in een gevlinderde betonvloer.

15.7.9 Ernst scheuren

De ernst van een scheur hangt natuurlijk af van de wijdte en het doel waarvoor de vloer wordt gebruikt. Soms wordt voor de toelaatbare scheurwijdte verwezen naar de constructieve regelgeving in Nederland (NEN 6720). Daarbij zijn afhankelijk van het type wapening en milieuklasse eisen gesteld aan de scheurwijdte. Voor voorgespannen beton geldt daarbij een maximale scheurwijdte van 0,1 mm. Gewapend beton mag scheuren hebben tot 0,4 mm.
Het betreft hier echter scheurwijdten volgend uit een berekening van de te verwachten scheuren en gericht op het voorkomen van wapeningscorrosie. Dit zegt op zich dus niets over de toelaatbaarheid ervan. Stel immers dat een scheur watervoerend is, maar wel kleiner dan 0,3 mm. Voldoet deze dan?

De constructeur zal zeggen ja, want hij voldoet aan de berekende waarde. De gebruiker zal zeggen nee, want de watervoerende scheur geeft overlast. Een ander voorbeeld is vloeistofdichte vloeren. Een scheur over de volle dikte is daarbij niet toegestaan, ongeacht de wijdte (zie hoofdstuk 10).

Een voor vloeren praktische toets is die op basis van het effect dat een scheur heeft op de weerstand tegen belastingen. Door Stutech is een scheurindeling voorgesteld die dit als uitgangspunt hanteert. Ook kan deze voor de 'vraagspecificatie' gebruikt worden (tabel 36). De tabel is niet van toepassing op vloeistofdichte vloeren, hiervoor gelden andere eisen (zie hoofdstuk 10).

Tabel 36: Indeling scheurwijdte voor bedrijfsvloeren

Klasse	Scheurwijdte ten hoogste	Van toepassing voor vloeren
i	0,2 mm	zeer hoge scheurwijdte eis met hoge dynamische belasting uit kleine, harde wielen (staal)
ii	0,3 mm	hoge scheurwijdte eis met dynamische belastingen uit kleine, harde wielen (vol rubber of kunststof)
iii	0,4 mm	normale scheurwijdte eisen met dynamische belastingen door luchtbanden
iv	0,5 mm	lage scheurwijdte eisen zonder intern transport
v	geen eis	geen scheurwijdte eisen

15.8 Vloerverwarming en wapening

Als gevolg van vloerverwarming worden spanningen in een pakket verhoogd (bij opwarming en afkoeling). Er is een aantal maatregelen waardoor de spanningen verminderd kunnen worden.

- Dekking zo groot mogelijk maken (leidingen zo diep mogelijk in cementdekvloer). Dit resulteert in een traag werkend systeem, waardoor opwarmen op het grensvlak langzaam zal plaatsvinden.
- Als al wapening wordt toegepast (over het nut is hieronder meer vermeld) moet deze in de zone boven het midden van de dekvloer opgenomen worden (de zone waar deze spanningen voorkomen). Wapening die op de isolatie wordt gelegd, dient slechts als montagenet en mag niet als wapening worden beschouwd.

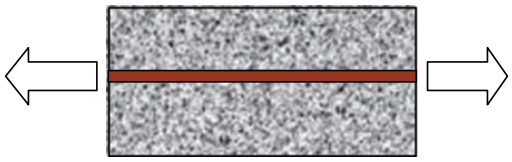
15.9 Het nut van wapening

Wapening zal scheuren niet voorkomen, wel kan het de gevolgen beperken. Dat wapening scheuren niet voorkomt, hangt direct samen met de stijfheid en hoeveelheid wapening. In afb. 68 is schematisch een stuk betonvloer weergegeven met daarin wapening. De spanning (σ) in een materiaal is gelijk aan de stijfheid uitgedrukt in elasticiteitsmodulus E maal de vervorming die het materiaal moet ondergaan (ε). In formule:

$\sigma = E \bullet \varepsilon$

De totale kracht over een doorsnede is gelijk
aan F = oppervlak x σ

Als een samengesteld materiaal wordt uitgerekt,
zal het stijvere materiaal meer kracht naar zich toe trekken.



Afb. 68: Krachtswerking in gewapend materiaal

Een gebruikelijk krimpnet betekent een zeer laag wapeningspercentage (de hoeveelheid staal per doorsnede). Staal heeft een zeer hoge elasticiteitsmodulus E in vergelijking met bijvoorbeeld beton en mortel, namelijk 210.000 N/mm^2. Beton heeft een circa 10 keer lagere elasticiteitsmodulus. Een mortel nog lager. Praktisch betekent dit alles dat de wapening weliswaar meer kracht naar zich toetrekt, maar dat - gelet op de beperkte hoeveelheid - de meeste kracht toch in de betonmortel zit.

Dus bij een rek van bijvoorbeeld 1 mm/m (0,001)
is de spanning in het staal:
$\sigma = 210.000 \times 0{,}001 = 210$ N/mm^2

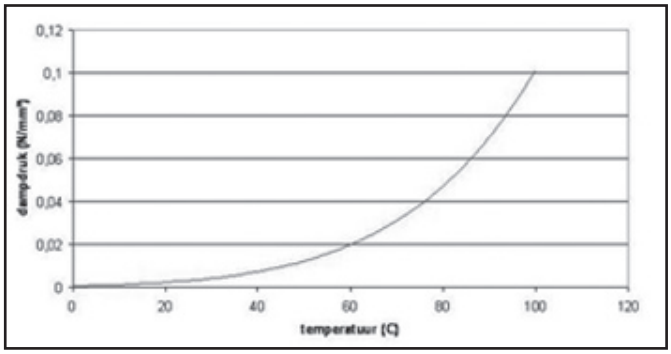
De rek van het beton is dan:
$\sigma = 21.000 \times 0{,}001 = 21$ N/mm^2.

Stel nu dat er 1% wapening is toegepast, wat zoals gezegd veel is (komt bij een vloer van 50 mm neer op 500 mm^2 per m lengte). Bij een staafdiameter van Ø 8 mm (oppervlak staaf ongeveer 50 mm^2) moeten dus al 10 staven per meter vloer aanwezig zijn (hart-op-hart dus 90 mm), totaal dus een theoretisch net van Ø 8 en maaswijdte 90 mm.

Stel nu dat het beton scheurt. Alle kracht moet dan worden opgenomen door de wapening. De wapening zal dan eerst een stuk moeten rekken, alvorens deze kracht kan worden overgebracht. In het bovenstaand voorbeeld betekent dit ongeveer dat de wapening 10 keer meer moet rekken dan de rek bij breuk.

Gesteld kan dus worden dat pas op het moment dat dit materiaal breekt, de wapening in actie komt, maar dan eerst extra moet uitrekken. Wapening voorkomt scheuren dus niet, maar zorgt er voor dat de scheurwijdte beperkt blijft. Hoe beperkt hangt af van het wapeningspercentage. Zou in het gehanteerde voorbeeld bijvoorbeeld 2 keer zo veel wapening zijn toegepast, dan halveert de toename in scheurwijdte bij benadering.

Voordeel van wapening is wel dat de gescheurde delen blijven samenwerken door zogenoemde deuvelwerking.



Afb. 69: Dampdruk van water

Kunststofvezels toegepast in een aardvochtige dekvloerspecie hebben weinig constructieve waarde. Hooguit zouden krimpscheuren aan het oppervlak wat fijner verdeeld kunnen raken.

15.10 Schade door vocht

Een veel gehoord misverstand is dat een materiaal, bijvoorbeeld een kunstharsvloer, onthecht raakt door dampspanningen. Waarom dit een misverstand is, wordt begrijpelijk als naar de dampdruk van water wordt gekeken (afb. 69).

Bij kamertemperatuur is deze dampdruk minder dan 0,01 N/mm^2. Bij kokend water nog altijd maar 0,1 N/mm^2. Van een goed hechtende coating bijvoorbeeld wordt veelal geëist dat deze tenminste 0,6 N/mm^2 hecht aan de ondergrond en gemiddeld 1,0 N/mm^2. Dit is dus veel groter.
Dampdruk alleen kan dan ook nimmer de oorzaak zijn. Wel is het zo dat met het transport of de aanwezigheid van water andere processen geïntroduceerd kunnen worden. Denk daarbij aan vorstschade of zouten die uitkristalliseren. Een andere mogelijkheid is dat door het vocht het materiaal zijn samenhang of sterkte verliest.

15.11 Stofafgifte

Extreme stofafgifte is meestal een gevolg van een slechte nabehandeling. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat elke dekvloer slijt en dus altijd leidt tot stofvorming. Het ene bindmiddel is er echter gevoeliger voor dan het andere. Kunsthars- en asfaltgebonden dekvloeren hebben weinig last van stofafgifte. Bij cement en calciumsulfaat kan dit zeer veel zijn, zeker als de uitvoering gebrekkig is geweest. Veel klachten over stofafgifte ontstaan doordat de wensen hierover vooraf onvoldoende zijn besproken. Het is immers geen enkel probleem om bijvoorbeeld ook cementgebonden dekvloeren stofarm te maken. Een

goede nabehandeling en een juist samengestelde instrooilaag kunnen wonderen verrichten, maar enige mate van stofvorming nooit volledig voorkomen.

15.12 Gebrek aan stroefheid

Stroefheid is een zeer moeilijk en lastig te hanteren eigenschap. De stroefheid wordt bijvoorbeeld bepaald door het al dan niet aanwezig zijn van vocht op de vloer. Ook het schoeisel en de manier van transport leiden tot het verschillend ervaren van de stroefheid. Vergelijkbaar met stofafgifte is het dan ook raadzaam vooraf duidelijke afspraken te maken over de gewenste stroefheid. Hiervoor zijn tegenwoordig handzame meetmethoden beschikbaar, zoals de Floor Slide Control (zie 17.6).

15.13 Esthetische aspecten

Verschillen in verdichting, water-bindmiddelverhouding, nabehandeling en talrijke andere aspecten kunnen leiden tot meer of minder grote variaties in het uiterlijk. Als het vloeroppervlak niet wordt afgewerkt, is het dan ook wenselijk vooral afspraken te maken over toelaatbare kleurafwijkingen en afwijkingen van de oppervlaktetextuur (afb. 70).

Afb. 70: Betonvloeren zijn veelal functionele vloeren, waarbij de technische functie prevaleert boven de esthetische. Esthetische eisen dienen vooraf overeengekomen te worden.

16 KWALITEITS(ZORG) EN VAKMANSCHAP

16.1 Kwaliteit en vakmanschap

Kwaliteit en vakmanschap: begrippen die op het eerste gezicht onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Toch komt het voor dat ondanks het beschikbare vakmanschap de beoogde kwaliteit in de praktijk niet wordt behaald. Natuurlijk zijn daar dan altijd verklaringen voor te vinden. Of deze nu valide zijn of niet, een oorzaak is altijd te vinden.
De vloerenbranche heeft zeker tegenwoordig de begrippen kwaliteit en vakmanschap hoog in haar vaandel staan. Aan de basis van vakmanschap staat immers opleiding. Zowel via het eigen vakonderwijs als door middel van actualiserende bijscholing, levert de branche zelf aanzienlijke inspanningen om deze basis van het vakgebied voor de toekomst veilig te stellen. Genoemd worden de basisopleiding voor vloerenleggers en de vervolgfasen daarvan in de richting van deelgebieden.

Kwaliteit leveren is één, kwaliteit bewijzen is soms heel wat moeilijker. Een van de mogelijkheden om kwaliteit aantoonbaar te maken, is het gebruik maken van een erkenningsregeling. Voor de vloerensector is dit de Stichting Afbouwkeur (voorheen ESA-Vloerkeur). Ondernemers die het Afbouwkeurmerk voeren, moeten aan uiteenlopende eisen voldoen. Ze hebben een passende opleiding genoten en werken voortdurend aan het ‘scherp’ houden van hun vaardigheden. Maar ze doen meer. Ze hanteren de ‘leveringsvoorwaarden zakelijk verkeer’ van de NOA, leven de eisen van hun offertes na en beschikken over een complete klachtenadministratie. Het werken met deugdelijke gereedschappen en volgens de gestelde beoordelingsrichtlijnen is vanzelfsprekend.
Bedrijven die werken met een Afbouwkeur worden jaarlijks getoetst. Onafhankelijke controleurs kijken zowel naar de technische als naar de administratieve aspecten van het werk. Werken vloerenbedrijven veilig en secuur? Worden planning en andere afspraken nageleefd? Voldoet alles aan de criteria? En is het esthetisch verantwoord? Ook een goed georganiseerde bedrijfsvoering is hierbij van groot belang.
Bij de controles worden bedrijven bijgepraat over actuele wet- en regelgeving. Daarnaast wordt bekeken hoe de ondernemers omgaan met offertes en planningen. Er zijn duidelijke regels hoe om te gaan met meer- en minderwerk. En hebben ze een vaste opleverings- en klachtenprocedure.

Als collectieve organisatie staat ook het Bedrijfschap Afbouw voor kwaliteit. Het functioneren van de afdeling Techniek is daar al een tastbaar bewijs van. De deskundigen adviseren en onderzoeken o.a. op het gebied van vloeren op een breed terrein binnen de bouwnijverheid.

Verder is er sinds enige tijd een Beoordelingsrichtlijn Afbouw, op grond waarvan bedrijven KOMO-proces of productcertificaten kunnen halen. In deze beoordelingsrichtlijnen zijn de technische en organisatorische eisen vastgelegd voor een bepaald type vloer of product.

16.2 Regelgeving

De dekvloerenbranche heeft afgelopen jaren werk gemaakt van het tot stand brengen van bruikbare regelgevende documenten op het gebied van (dek)vloeren. Daarbij is rekening gehouden met Europese normen, die met name voor mortels een belangrijke plaats innemen in Nederland. Al was het maar omdat producten die worden verhandeld, voorzien moeten zijn van een “kwaliteitsverklaring” (CE-markering).

Normen worden soms als een bedreiging ervaren. Gelukkig zien veel bedrijven ook de positieve kanten ervan in. Normen dwingen partijen vooraf duidelijke afspraken te maken over wat men wil en aan welke eisen het gevraagde moet voldoen. Dit schept verplichtingen naar twee zijden, maar ook helderheid.

16.3 Bestekken

Bestekken kunnen bijdragen aan een heldere communicatie over wat wordt gewenst. In Nederland wordt voor de woningbouw veel gebruik gemaakt van het STABU-bestek. In hoofdstuk 42 komen de dekvloeren aan bod. Hierin zijn vrijwel alle vloersystemen beschreven, in ieder geval in technische zin, met verwijzing naar de normen. Esthetische aspecten zijn nog onderbelicht en verdienen aandacht (zie 16.4).

16.4 Nadenken loont

NEN-normen en CUR-Aanbevelingen scheppen een kader voor het maken van afspraken. Doordat doorgaans alle marktpartijen zijn vertegenwoordigd in een commissie die het document opstelt, is per definitie een compromisdocument tot stand gekomen door “polderen”. Uiteraard met een goede basis. Dit geldt niet enkel voor een CUR-Aanbeveling, maar voor elk normatief document (zoals ook een NEN-norm) dat met medewerking van alle partijen is opgesteld.

Dit betekent steeds alertheid op de vraag of hetgeen is geregeld, past bij de wensen en of het volledig is. In een contractdocument kunnen zo specifieke eisen worden opgenomen die voortvloeien uit het beoogde gebruik en die niet voorkomen in de aanbeveling. Hier kan worden gedacht aan de waterdichtheid (het expliciet benoemen daarvan) of de chemicaliënbestandheid. Ook kan worden gedacht aan aspecten als kleur-

behoud.Veelal ontbreken juist de esthetische aspecten in de technische regelgevingof worden deze maar kort aangestipt zonder concrete afspraken of toetsingskaders.Voor producten die juist om hun uiterlijk worden gekozen, is dit natuurlijk een gemis. Het devies blijftdus een goed overzicht te maken van wat wordt gewenst, zowel technisch als esthetisch.

16.5 Veiligheid, gezondheid en arbeidsomstandigheden

Sinds 1994 (toen werd het toenmalig Bouwprocesbesluit Arbeidsomstandigheden van kracht) zijn ontwerpers ook wettelijk verplicht rekening te houden met de veiligheid en gezondheid van diegene die het werk uiteindelijk moeten maken. Dit besluit is inmiddels niet meer van kracht, maar opgenomen in het Arbeidsomstandighedenbesluit.
Concreet zal ook een ontwerpende partij zich rekenschap moet geven van de gevolgen van haar ontwerp op het gebied van veiligheid en gezondheid van het bouwpersoneel. Sterker nog, de wet is indirect bedoeld om de veiligheid en gezondheid op de werkplek te verbeteren. Dit betekent dat niet kan worden volstaan met de melding dat een bepaalde materiaalkeuze of uitvoe-ring problemen oplevert ten aanzien van arbeidsomstandigheden en veiligheid. Er zal actief moet worden gezocht naar minder belastende uitvoeringsvarianten en materialen. Is eenmaal een keuze gemaakt, dan is het in de praktijk vaak lastig hiervan af te wijken. De winst voor de arbeidsomstandigheden (en het milieu) begint dus al bij het ontwerp in de vorm van materiaalkeuze en de methode van uitvoering.

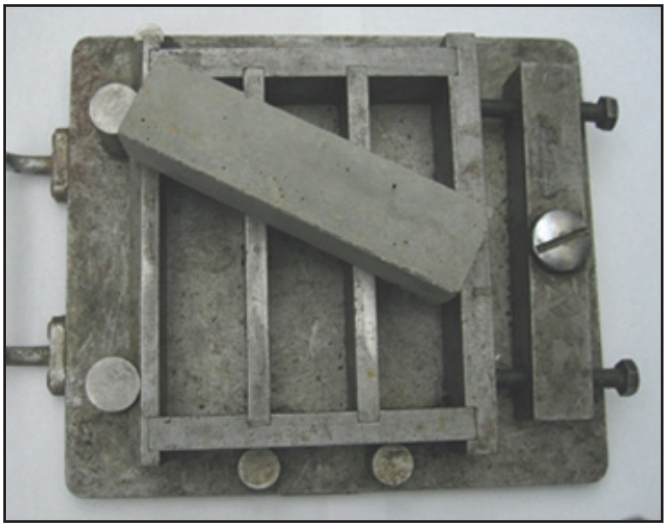
Zoals geldt voor veel werkzaamheden, wordt een activiteit fysiek ongezond indien de werkdruk groot is en de fysieke belasting langdurig hoog is. In haar verantwoordelijkheid voor de arbeidsomstandigheden tijdens de uitvoering, zou een opdrachtgever dus bereid moeten zijn een redelijke prijs voor het werk te betalen.

Gietvloeren bijvoorbeeld, worden geprezen als een arbeidsvriendelijke techniek. Op zich waar, maar net zoals bij een gespaande dekvloer kan onder invloed van tijd en geld juist soms een onbedoeld en omgekeerd effect ontstaan. Het verpompen en toepassen van een zelfnivellerende specie voorkomt inderdaad een zware fysieke belasting. Maar wat als de specie van ‘s ochtends vroeg tot in de namiddag uit de slang moet blijven lopen en er geen tijd meer overblijft om een terechte pauze te nemen? Bij een smeervloer kan tenminste nog even worden gepauzeerd op eigen initiatief. Dit geeft de betrekkelijkheid aan van discussies over gezond werken. Het is veelal niet de handeling maar de markt die het werk ongezond maakt. Evengoed hebben de branche en Arbeidsinspectie afspraken gemaakt over de verwerking van zandcement vloeren. Deze afspraken zijn vastgelegd in de arbocatalogus afbouw.

17 MEET- EN BEPROEVINGSMETHODEN

17.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we globaal een beperkte selectie van het grote aantal test- en meetmethoden. Voor een exacte beschrijving van de testmethoden verwijzen we naar de genoemde normen of voorschriften. Het gaat in dit hoofdstuk vooral de principes, met als doel de mogelijkheden van de tests te beschrijven of soms kanttekeningen te plaatsen bij de bruikbaarheid van de testmethoden.
Aan bod komen enkele voor vloeren veel gehanteerde meetmethoden, te weten:
- vlakheid- en evenwijdigheid (zie 17.2);
- slijtvastheid (zie 17.3);
- BRE-screedtest (indrukking) (zie 17.4);
- zandvlekproef (ruwheid/textuur) (zie 17.5);
- stroefheid (zie 17.6);
- afvonken (geslotenheid oppervlak, coating) (zie 17.7);
- sterkte (zie 17.8);
- vochtgehalte (zie 17.9);
- thermografie (verloop leidingen) (zie 17.10).



Afb. 71: Prisma's 40 mm x 40 mm x 160 mm voor bepalen druksterkte en buigtreksterkte mortel

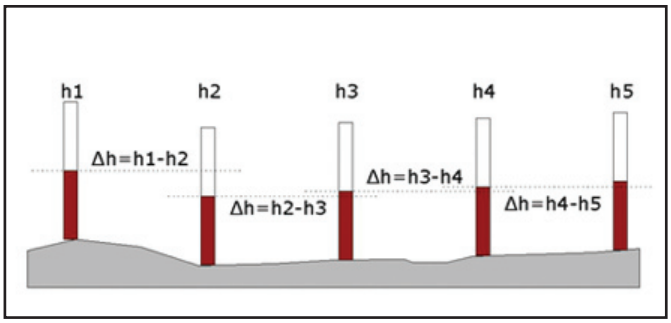
17.2 Vlakheid/evenwijdigheid

In bestekken komen we het nog wel eens tegen: "De vloer moet glad of strak zijn" of "De vloer moet strak onder de rei worden afgewerkt". De vraag is dan: wat is glad of strak? En, als we al een beeld daarvan hebben: is dit beeld dan ook voor een ieder gelijk? Het is dus belangrijk dat eisen aan een vloer worden gesteld in meet- en controleerbare omschrijvingen. Voor de beoordeling van de vlakheid van vloeren wordt in Nederland NEN 2747 "Classificatie en meting van de vlakheid en evenwijdigheid van vloeroppervlakken" gehanteerd.

NEN 2747 is een integrale norm. Dat wil zeggen, de norm is bedoeld voor alle vloeren. Het maakt dus niet uit of het nu gaat om een cementdekvloer, een betonvloer of een kunstharsvloer. De beoordelingsmethodiek is gelijk. Welke vlakheid met een bepaalde vloer gemaakt kan worden verschilt wel. Bij de gebruikelijke werkwijze kan bijvoorbeeld een gesmeerde cementgebonden dekvloer vlakker worden uitgevoerd dan een monolithisch afgewerkte betonvloer. Omdat de norm bruikbaar moet zijn voor alle vloeren, kent NEN 2747 in totaal zeven vlakheidklassen (zie tabel 37). Hiermee is bereikt dat alle vlakheidklassen die voorheen in de diverse productgerichte normen voorkwamen, zijn afgedekt.

Als we bij vloeren over vlakheid spreken, kijken we naar de ligging van de vloer ten opzichte van een denkbeeldig horizontaal en waterpas gelegen vlak. Formeel gaat het dus om de evenwijdigheid. Vlakheid is namelijk breder en omvat ook aspecten als kromming en scheluwte.

Een vlakheidbeoordeling volgens de norm is gebaseerd op het beoordelen van hoogteverschil tussen meetpunten, die op vaste afstand van elkaar zijn uitgezet op een vloerveld. Afhankelijk van de klasse en grootte van het vloerveld wordt gekeken naar hoogteverschillen tussen meetpunten op een afstand van 500, 1.000, 2.000 of 4.000 mm van elkaar. Onvlakheden tussen deze meetpunten worden niet altijd beoordeeld
(afb. 72).



Afb. 72: Principe vlakheidsmeting

De bedoeling is nu dat aselect over de vloer een meetveld wordt uitgezet van 10 m x 10 m met daarin een raster van 1 meter. Een meetveld moet daarbij tenminste 500 mm vanaf de rand van een vloerveld worden geselecteerd.

Vervolgens wordt de hoogte gemeten op elk punt op een kruising van assen. Dit is dus op een onderlinge afstand van 1 meter.

Totaal levert dit 121 hoogtemetingen op. Door de meetwaarden op 1 meter van elkaar af te trekken, zowel in horizontale als verticale richting, worden 220 verschilmetingen verkregen.
Bij de toets op 2 meter worden de meetpunten op 2 meter afstand van elkaar afgetrokken. Er ontstaan dan 198 verschilmetingen. Bij een onderlinge afstand van 4 meter resteren 165 verschilmetingen. Deze verschilmetingen worden gebruikt voor het toetsen.

Getoetst wordt op de volgende aspecten (zie tabel 37):
- De gemiddelde waarde van alle berekende hoogteverschillen tussen de meetpunten, zowel horizontaal als verticaal. In NEN 2747 aangeduid als maximale maatafwijking (Δh).
- Het aantal verschilmetingen dat een bepaalde waarde overschrijdt. Daarbij mag 5% van de metingen groter zijn dan een waarde die is opgenomen onder 'toets laag' (h_l) in de norm. In tabel 37 is dit de middelste kolom onder C. Geen enkele waarde mag groter zijn dan wat in NEN 2747 is opgenomen als 'toets hoog' (h_h).
- Verder moet per meetveld het verschil worden bepaald tussen de hoogste en laagste waarde die is gemeten. Dit wordt het veldhoogteverschil genoemd. Elk vloerveld dat is ingemeten levert dus een veldhoogteverschil op.
  De gemiddelde waarde daarvan moet voldoen aan kolom D in tabel 37.

In NEN 2747 is vastgelegd dat bij een standaard meetveld van 10 m x 10 m getoetst wordt op de meetpuntafstanden 1.000, 2.000 en 4.000 mm voor de klassen 1 t/m 6. Voor klasse 7 wordt alleen getoetst op een meetpuntafstand van 1.000 mm. Het aantal meetvelden dat moet worden ingemeten, is afhankelijk van de grootte van het vloerveld
Indien een vloer te klein is om een meetveld van 10 m x 10 m te kunnen uitzetten, wordt ook op 500 mm afstand getoetst en de afstanden 1 en 2 meter. Dit betekent dat hier bij de meting in het veld al rekening mee moet worden gehouden. Immers, nu zullen ook meetpunten op 0,5 m van elkaar worden ingemeten. Er wordt overgestapt van een meetveld van 10 m x 10 m naar een veld van 5 m x 5 m. Samen met een meetpuntafstand van 0,5 m levert dit weer een gelijk aantal verschilmetingen op.

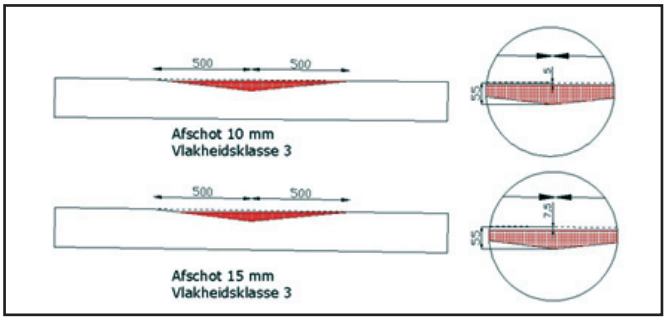
In tabel 37 zijn de diverse klassen in NEN 2747 weergegeven. De norm regelt dat indien niets is afgesproken, feitelijk klasse 7 geldt. Te lezen is dat de maattoleranties hierbij zeer groot zijn. Maar ook de hoogste klasse kan niet altijd voldoende zijn. Denk aan glanzende coatings die worden aangebracht op een dekvloer. De golvingen die zijn toegestaan kunnen dan ook nog storend zijn.

Tabel 37: Vlakheidsklassen volgens NEN 2747

A	B	C			D
		Toets hoogteverschillen in mm op meetpuntafstand (afgerond op 0,5 mm)			
Vlakheids-klasse	Afstand tussen de meetpunten in m	Gemiddeld verschil	5% mag groter zijn dan(‘toets laag’)	Maximaal hoogteverschil (‘toets hoog’)	Verschil hoogste en laagste punt niet meer dan
1	0,5	1,5	2,0	3,0	6
	1,0	2,0	2,5	4,0	
	2,0	3,0	3,5	5,5	
	4,0	6,0	6,5	10,0	
2	0,5	2,0	2,5	4,0	9
	1,0	3,0	3,5	5,5	
	2,0	4,0	4,5	7,0	
	4,0	7,0	7,5	11,5	
3	0,5	3,0	3,5	5,5	12
	1,0	4,0	4,5	7,0	
	2,0	6,0	6,5	10,0	
	4,0	8,0	8,5	13,0	
4	0,5	4,0	4,5	7,0	15
	1,0	5,0	5,5	8,5	
	2,0	7,0	7,5	11,5	
	4,0	10,0	10,5	16,5	
5	0,5	4,0	4,5	7,0	18
	1,0	6,0	6,5	10,0	
	2,0	8,0	8,5	13,0	
	4,0	12,0	12,5	19,5	
6	0,5	5,0	5,5	8,5	24
	1,0	8,0	8,5	12,0	
	2,0	11,0	11,5	17,5	
	4,0	15,0	15,5	24,0	
7	1,0	12,0	12,5	19,5	36

De toets van het veldhoogteverschil zorgt ervoor dat de norm niet direct toepasbaar is op vloeren onder afschot. Immers, als de vloer geleidelijk oploopt, kunnen bijvoorbeeld de hoogteverschillen op 1 meter afstand voldoen. Uiteindelijk zal echter het veldhoogteverschil worden overschreden. Bij het beoordelen van afschotvloeren zal dan ook een correctie moeten plaatsvinden. Met andere woorden, er wordt dan niet gekeken naar een horizontaal referentievlak, maar naar een vlak onder een bepaalde helling. Het zal duidelijk zijn dat bij een meervoudig afschot veel rekenwerk komt kijken om de meetwaarden te corrigeren.

Indien er sprake is van een afschotvloer, zal de toelaatbare onvlakheid in een bepaalde klasse inhouden dat plassen niet altijd te voorkomen zijn. Of er moet een zeer onpraktisch afschot worden toegepast. Dit is in afb. 73 geïllustreerd voor de toelaatbare onvlakheden bij een klasse 3 vloer.



Afb. 73: Voorbeeld dat het maximaal toelaatbaar hoogteverschil bij vlakheidsklasse 3 niet voorkomt dat er plassen kunnen blijven staan bij een gebruikelijk afschot van 10 mm of 15 mm per m (rood gearceerd is plas)

17.3 Slijtvastheid

De beoordeling van de slijtvastheid kan langs verschillende methoden plaatsvinden. Belangrijk daarbij is dat er op dit moment nog niet met alle methoden even veel ervaring is voor wat betreft de prestaties waaraan dekvloeren kunnen voldoen.

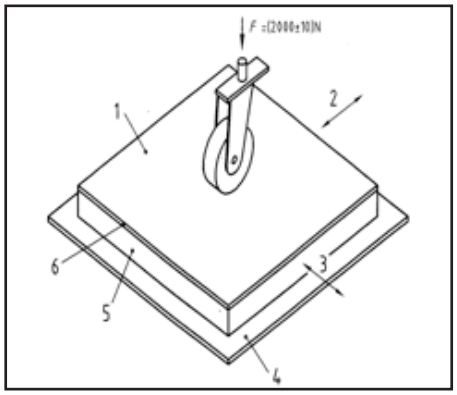
In NEN 2741 staat al sinds lange tijd een klasse voor de slijtvastheid gebaseerd op de Amsler slijtproef, tabel 38. In de praktijk blijkt deze weinig gebruikt te worden, ondanks dat achteraf de kwaliteit van de oppervlaktehuid een discussiepunt wordt en hierover dus niets kwantitatief is vastgelegd. In de proef wordt het oppervlak belast door een ronddraaiende schijf. Na een bepaalde afgelegde afstand wordt de diepte van de afslijting gemeten.

Tabel 38: Slijtvastheid volgens NEN 2741 (Amsler)

Slijtvastheidklasse	N	M	S
Slijtweerstand Amsler slijtproef (NEN 2874)	≤ 1,5 mm	≤ 1,2 mm	≤ 1,2 mm

Een variant hierop is de slijpschijf van Böhme. Deze methode is één van de beproevingen met classificatie in de norm voor mortels NEN-EN 13813. In deze norm zijn nog meer methoden opgenomen, zoals de 'Rolling Wheel'-test. Dit is een testmethode die overigens in Nederland nog niet gangbaar is. Hierbij wordt ook rekening gehouden met bijvoorbeeld het feit of de dekvloer in de eindsituatie al dan niet bedekt zal worden met een vloerafwerking.
Het principe van de test is dat een wieltje in 2 richtingen over het te testen oppervlak wordt bewogen (afb. 74). De beweging in de ene richting moet daarbij zijn 260 ± 2 mm met een frequentie van 1,71 ± 0,1 wisselingen per seconde. In de andere richting is dit 390 ± 2 mm met een frequentie van 7 ± 0,4 wisselingen per seconde.

Om enige sturing te geven aan het 'woud' van testmethoden is in de Nederlandse documenten voor dek- en gietvloeren, zoals de CUR-Aanbevelingen, een keuze gemaakt voor de 'Rolling Wheel'-test.



Afb. 74: Rolling Wheel- test

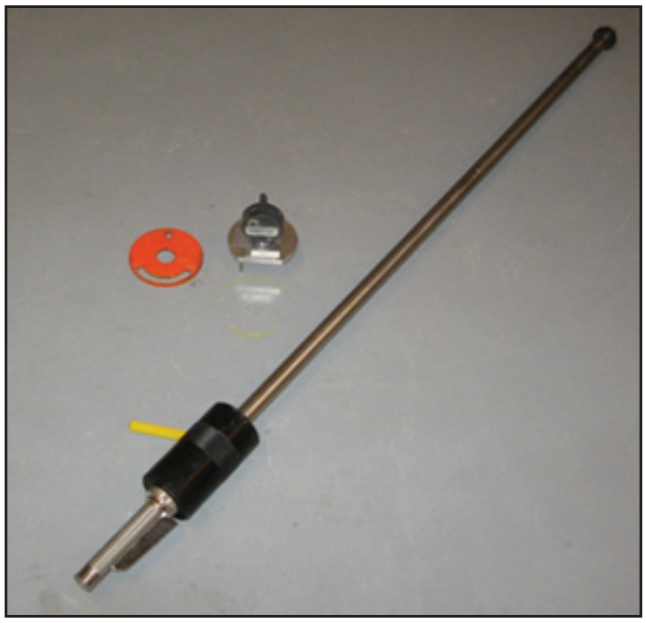
Voor oppervlaktebehandelingen is de Taber Abraser een veel gebruikt apparaat. Hierbij wordt het gewichtsverlies van proefstukjes bepaald. Dit gewichtsverlies wordt veroorzaakt door het draaien van de proefstukjes (1.000 omwentelingen per minuut) en de belasting met slijtwieltjes, elk belast met 1.000 kg.

17.4 BRE-screedtest

Bij de BRE-screedtest wordt het oppervlak blootgesteld aan een dynamische belasting, ontstaan door het laten vallen van een massa van respectievelijk 4 kg (bij een dek- of gietvloer die direct op de draagvloer of op de scheidingslaag (bijvoorbeeld folie van ten hoogste 0,3 mm dik) is aangebracht) of 2 kg (bij zwevend uitgevoerde dek- of gietvloer) vanaf een hoogte van 1 meter.
De meetapparatuur (afb. 75) bestaat uit een staaf waarlangs het valgewicht zonder wrijving naar beneden kan vallen. Aan het uiteinde bevindt zich een cilindrisch eindstuk met een oppervlak 500 mm2, waarop het valgewicht aangrijpt. De indrukking die ontstaat, moet opgemeten kunnen worden tot op 0,1 mm nauwkeurig.

In principe moet per 25 m^2 vloeroppervlak één meting worden uitgevoerd met een minimum van drie voor de totale vloer. Bij gangen moet om de 5 meter een meting worden uitgevoerd met een minimum van drie metingen. Deze frequentie kan zeer veel metingen betekenen. Statistisch is het echter verantwoord

om het aantal metingen te beperken indien de spreiding klein is. Voorwaarde is dat er een voldoende beeld van de indrukking is verkregen.



Afb. 75: Apparatuur voor een BRE-screedtest

17.5 Zandvlekproef, ruwheid, textuur

Voor verschillende gebruikstoepassingen is een volkomen glad oppervlak ongewenst. Enig profiel (structuur) van het oppervlak moet voorkomen dat in situaties waar de vloer vochtig wordt, ongewild gevaarlijke situaties ontstaan. De structuurdiepte is één van de methoden om vooraf objectieve criteria vast te leggen voor de oppervlakteruwheid. Het bepalen van de structuurdiepte komt in grote lijnen neer op het cirkelvormig verspreiden van een vastgestelde hoeveelheid zand op de vloer. De grootte van de cirkel is een maat voor de ruwheid van het oppervlak. Via een formule wordt deze omgerekend in een textuurdiepte. De structuurdiepte is vastgelegd in diverse normatieve documenten voor dekvloeren en betonvloeren, zoals NEN 1042, NEN 2741 en NEN 2743.

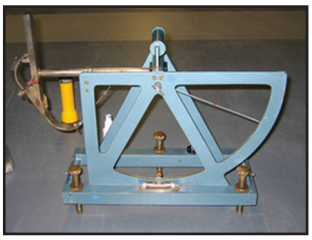
Bij het beproeven wordt gebruik gemaakt van zand met een korrelgrootte van 0,125 tot 0,250 mm. Een hoeveelheid van totaal 23800 ± 100 mm^3 zand wordt uitgespreid en verdeeld in een cirkelvorm. Vervolgens wordt de middellijn 4 maal gemeten (onderling 45° verschoven). De structuurdiepte wordt uit deze middellijnen (D_1 t/m D_4) berekend met:

$$TD = \frac{484800}{(D_1 + D_2 + D_3 + D_v)^2}$$

Afb. 76: Zandvlekproef op siergrind

17.6 Stroefheid

Voor het beoordelen van de stroefheid bestaan er diverse meetmethoden. Het meest gehanteerd voor vloeren zijn wel de methode Leroux (afb. 78) en de Floor Slide Control (afb. 77). De methode met de Floor Slide Control heeft een aantal voordelen ten opzichte van Leroux. Zo is de meting betrekkelijk eenvoudig uit te voeren, worden verschillende 'zooltjes' gehanteerd en, niet onbelangrijk, bestaat er een door NEN uitgegeven NTA (Nederlandse Technische Afspraak) waarin grenswaarden zijn vastgelegd. Leroux leent zich in de praktijk meer voor metingen in een laboratorium.



Afb. 77: De Floor Slide Control (FSC 2000)
Afb. 78: Toestel van Leroux

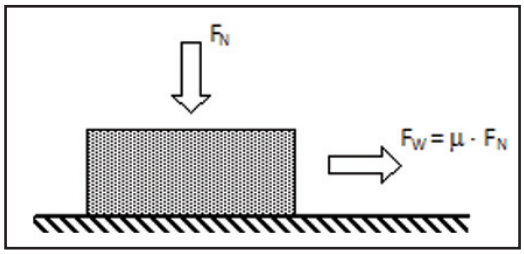
In NTA 7909 zijn de meetmethode en de criteria vastgelegd (zie tabel 39). Het apparaat registreert de dynamische wrijvingscoëfficiënt μ als maat voor de stroefheid van de ondergrond. De dynamische wrijvingscoëfficiënt μ staat voor de wrijving die een voorwerp ondervindt indien het met een vaste snelheid schuift over een horizontaal oppervlak. Bij de meetresultaten geldt: hoe hoger de waarde, des te stroever het vloeroppervlak.

Tabel 39: Eisen conform NTA 7909 te stellen aan de 6 gemiddelde wrijvingscoëfficiënten

Principe		Wrijvingscoëfficiënt (μ)		Afwijking tussen droge en natte situatie (1)
1	Leer toegepast in zowel droge als natte conditie	> 0,30	≤ 0,90	≤ 50%
2	Rubber en kunststof, toegepast in zowel droge als natte conditie	> 0,44	≤ 0,90	≤ 50%

(1) Uitgaande van de hoogste gemeten individuele waarde

De dynamische wrijvingscoëfficiënt μ blijkt een goede maat te zijn voor de slipgevoeligheid van een vloeroppervlak. Deze coëfficiënt is de verhouding van de wrijvingskracht FW en de normaalkracht FN, schematisch weergegeven in afb. 79. De dynamische wrijvingscoëfficiënt houdt in dat deze bepaald wordt tijdens een constante, horizontale beweging van het voorwerp. Bij de statische wrijvingscoëfficiënt wordt het voorwerp echter juist in gang gezet. Uit onderzoek blijkt echter dat de statische wrijvingscoëfficiënt nauwelijks invloed heeft bij een snelheid van 0,2 m/s. Bij uitglijden is de snelheid zelfs nog groter.



Afb. 79: Schema van de wrijvingsweerstand μ

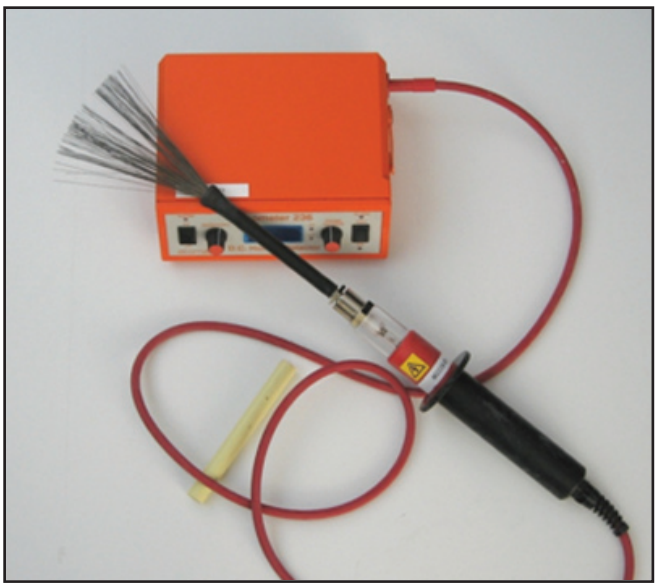
Gedurende de beproeving wordt een meetvoetje met een constante snelheid van 0,2 m/s over het vloeroppervlak geschoven. Het meetvoetje drukt hierbij met een verticale normaalkracht
FN = 24 N op het oppervlak. Tijdens de beproeving wordt de wrijvingskracht FW gemeten, waaruit de dynamische wrijvingscoëfficiënt wordt bepaald.
Het meetvoetje heeft een oppervlakte van circa 25 x 25 mm en wordt bekleed met een zoolmateriaal. Voor de beproeving wordt gebruik gemaakt van 3 zoolmaterialen, te weten leer, rubber en kunststof. Door met meerdere zoolmaterialen te testen, kan een betere indicatie van de slipwerendheid worden verkregen.

17.7 Afvonken, geslotenheid/dichtheid

Bij kunstharsgebonden vloerafwerkingen en in het bijzonder coatings en gietvloeren kan gebruik worden gemaakt van het gegeven dat ze doorgaans de elektriciteit slecht geleiden. Behoudens dan natuurlijk de geleidende coatings en gietvloeren (zie 7.7). Door het oppervlak af te vonken, kunnen aanwezige defecten in een coatinglaag of gietvloer worden opgespoord.

Voorwaarde is dat in de ondergrond een geleidend materiaal aanwezig is. Hier wordt namelijk één pool van een spanningsbron op aangesloten. Bij een beton- of een dekvloer kan dit de wapening zijn (de wapeningsnetten moeten dan wel met elkaar verbonden zijn). Bij een stalen ondergrond is dit deze ondergrond. Door nu met de andere pool, verbonden aan een metalen borstel, het oppervlak af te strijken, is de dichtheid te controleren. Overal waar namelijk een defect aanwezig is, zal kortsluiting ontstaan, wat door de apparatuur hoorbaar wordt gemaakt door een piep en/of is af te lezen van een display (afb. 80).
Essentieel is natuurlijk de spanning die wordt ingesteld. Deze moet zijn afgestemd op de laagdikte en de geleiding van de coating. Wordt de spanning te hoog ingesteld dan kan schade ontstaan aan de afwerking. Is de spanning te laag dan worden defecten niet gedetecteerd.

In de praktijk zullen defecten, mits met de nodige aandacht uitgevoerd, ook visueel zichtbaar zijn. Het afvonken is echter een snellere methode waarmee grote oppervlakken gecontroleerd kunnen worden.



Afb. 80: Apparatuur voor afvonken

17.8 Sterkte

17.8.1 Inleiding

De gewenste sterkte van een dekvloer zal veelal betrekking hebben op de druksterkte. De druksterkte van de vloer moet ervoor zorgen dat de goederen of mensen niet door de vloer zakken. De gewenste druksterkte hangt dan ook af van de zwaarte van de belastingen. De buigtreksterkte is van belang bij zwevende dekvloeren. Daarbij moet de vloer zelf zorgen voor afdracht van de belastingen naar de ondergrond.

17.8.2 Druksterkte

De druksterkte van een dekvloer wordt gemeten via uit de vloer geboorde cilinders of vervaardigde mortelbalkjes. Monsters uit de vloer zullen het beste beeld geven van de daadwerkelijke sterkte van de vloer. De verwerking, verdichting en nabehandeling komen namelijk overeen met die van de gehele vloer. Bij mortelbalkjes zal de verdichting veelal beter zijn. Ook worden verhardingscondities voorgeschreven die in positieve zin kunnen afwijken van de verhardingsomstandigheden van de vloer. Druksterkten bepaald aan de hand van de mortelbalkjes geven dan ook meestal hogere sterktecijfers dan monsters uit de vloer. In NEN 2741 wordt hiermee rekening gehouden. Dan gelden andere eisen voor de sterkte bepaald op proefstukken uit het werk en die welke bepaald zijn aan de hand van mortelprisma's. De bepalingsmethode komt neer op het onder een drukbank met voorgeschreven snelheid belasten van proefstukken. Bij uit het werk genomen monsters zullen deze monsters eerst op 'maat' moeten worden gezaagd. De kracht waarbij het monster bezwijkt, wordt dan teruggerekend naar een sterkte op basis van het oppervlak van het proefstuk.

Een probleem bij het bepalen van de druksterkte op proefstukken uit het werk is dat kubusjes moeten worden gezaagd. Bij een dekvloer van 40 mm gaat het dus om zeer kleine proefstukken, wat van invloed kan zijn op de meetwaarde. Mede daarom is in de recentere CUR-Aanbeveling ook de optie opgenomen om cilinders te drukken, mits aan bepaalde voorwaarden voor wat betreft de afmeting wordt voldaan.

17.8.3 Buigtreksterkte

De buigtreksterkte wordt praktisch alleen maar bepaald aan de hand van mortelbalkjes. Deze worden ook gebruikt voor het bepalen van de druksterkte. In feite is de buigtreksterkte geen echte sterkte maar een rekengrootheid. De sterkte wordt namelijk bepaald door het proefstuk door middel van buiging te breken. Hiervoor wordt een zogenoemde vierpuntsbuigproef gebruikt. De kracht waarbij het proefstuk breekt, wordt gedeeld door een factor die afhankelijk is van de proefstukgrootte. De uitkomst wordt de buigtreksterkte genoemd.

17.8.4 Hechtsterkte, huidtreksterkte

De meest eenvoudige methode voor het bepalen van de hechtsterkte is het afkloppen of strijken van de vloer met een zwaar voorwerp. Losse delen zullen een duidelijk andere klank hebben dan de gehechte delen. Over de mate van hechting zegt deze methode echter niets.
Het kan voorkomen dat een eis is gesteld aan de huidtreksterkte van dekvloeren. Bijvoorbeeld in verband met het aanbrengen van een vloerafwerking. Moet deze worden getoetst, dan volstaat het kloppen met een hamer niet meer. De mate van hechting moet dan door meten in het werk worden bepaald met een trekapparaat. Eerst wordt de vloer rond ingezaagd tot op de draagvloer. Vervolgens wordt op het dekvloeroppervlak een stalen schijf (dolly) geplakt. Deze stalen schijf wordt, na droging van de lijmlaag, vastgemaakt aan het trekapparaat, waarna de belasting langzaam wordt opgevoerd. Er bestaan zowel elektrisch als met handkracht aangedreven trekapparaten. Bij de laatste apparaten is de uitkomst sterk afhankelijk van de ervaring die de onderzoeker heeft met het meten van de hechtsterkte/huidtreksterkte.

Afb. 81: Trekapparaat voor het bepalen van hechting en huidtreksterkte

17.9 Vochtgehalte

Er zijn verschillende methoden voor het meten van het vochtgehalte.

- **Gravimetrisch (wegen)**
  Hierbij wordt het vochtgehalte van het materiaal door weging bepaald. Een hoeveelheid materiaal wordt direct na het nemen van het monster gewogen en vervolgens gedroogd tot een constante massa. Het drogen vindt doorgaans plaats in een oven onder een temperatuur van 105ºC. Na droging wordt het monstermateriaal opnieuw gewogen, waarna het vochtgehalte kan worden uitgerekend door het verschil te delen door de droge massa (vochtgehalte ten opzichte van droge massa). Het bepalen van het vochtgehalte op deze wijze geeft, mits goed uitgevoerd, de meest betrouwbare uitspraak over het vochtgehalte van het materiaal.

- **Calciumcarbidmethode (CM)**
  De calciumcarbidmethode is gebaseerd op de druk die ontstaat als water reageert met carbid. Hierbij wordt acetyleengas gevormd. Een hoeveelheid van het te beoordelen materiaal wordt in een stalen fles gedaan (afb. 82). In de fles wordt een stalen kogel en een afgewogen hoeveelheid carbid, dat zich in een glazen buisje bevindt, ingebracht. De fles wordt vervolgens afgesloten met een dop waarop een manometer is aangebracht. Door de fles vervolgens krachtig te schudden breekt het glas. Er vormt zich gas en de druk stijgt in de fles. De aldus ontstane druk wordt met de manometer afgelezen en kan via tabellen worden herleid tot een vochtgehalte.

De carbidmethode is een praktisch hanteerbaar meetinstrument waarmee in de praktijk goede resultaten zijn te behalen. Wel geldt dat het gemeten vochtgehalte met de carbidmethode niet altijd direct is te koppelen aan het daadwerkelijk aanwezige vochtgehalte (bepaald door weging).

Afb. 82: Carbid meetapparaat (op fles drukmeter, rechts ampul carbid)

- **Weerstandmeting**
  Deze methoden zijn gebaseerd op de betere, elektrische geleiding van een vochtig materiaal dan die van een droog materiaal. Er zijn inmiddels verschillende apparaten in omloop voor het meten van de elektrische weerstand (afb. 83). Een groot voordeel van weerstandmetingen is dat deze snel zijn uit te voeren zonder beschadiging van het oppervlak. Nadeel is dat de meetresultaten niet altijd even betrouwbaar zijn. Weerstandmetingen zijn daarom uitermate geschikt om indicatief de ontwikkeling van de droging te volgen en/of eventuele vochtige plekken te lokaliseren. Voor het vaststellen van het absolute vochtgehalte kan beter gebruik worden gemaakt van de Carbidmethode of van weging.

Afb. 83: Voorbeeld vochtmeter gebaseerd op weerstandsmeting

- **Verkleuring**
  Vochtige, cementgebonden materialen zijn veelal donkerder van tint dan droog materiaal. Hiervan kan gebruik worden gemaakt bij een optische beoordeling van het vochtgehalte. Door een monster uit de vloer bijvoorbeeld met een föhn te drogen, is vast te stellen of er nog vocht aanwezig is. Uiteraard kan op deze wijze geen absoluut vochtgehalte worden gemeten.

- **Condensvorming**
  Een op de praktijk afgestemde beoordelingsmethode van het vochtgehalte is het op de dekvloer aanbrengen van een dampdichte folie. Indien na 24 uur geen condensatie is opgetreden, mag worden verondersteld dat de vloer voldoende droog is voor het aanbrengen van een andere vloerafwerking.

De plaats waar het vochtgehalte wordt bepaald, moet een zo betrouwbaar mogelijk beeld geven van de feitelijke situatie. Het is verstandig vooral die plaatsen te selecteren die het langst vochtig zullen blijven. Is de dekvloer hier droog, dan kan worden aangenomen dat dit ook op andere plaatsen, met wellicht gunstigere drogingcondities, het geval is. Plaatsen die meestal het langst vochtig blijven, zijn bijvoorbeeld te vinden in de hoeken van een vloer of in slecht geventileerde ruimten.

Over de diepte waarop het vocht zou moeten worden gemeten, lopen de meningen uiteen. Dit houdt direct verband met het al dan niet ontstaan van problemen als vocht in de dekvloer wordt opgesloten. Indien aan de onderzijde van de dekvloer een dampdichte laag aanwezig is en er ook aan de bovenzijde een dampdichte laag wordt aangebracht, is het raadzaam de vloerafwerking pas aan te brengen nadat de dekvloer een evenwichtsvochtgehalte heeft die past bij de gebruikssituatie. Ontbreekt een dampdichte laag aan de onderzijde dan kan eventueel aanwezig vocht altijd nog ontwijken.
Bepalend voor de uitharding en hechting is dat het vochtgehalte in de buitenste laag van de dekvloer gedurende de verhardingstijd of reactietijd van het erop aangebrachte materiaal, voldoende laag is.
Bepalend voor het ontstaan van problemen achteraf is het totale restvochtgehalte in de constructie.

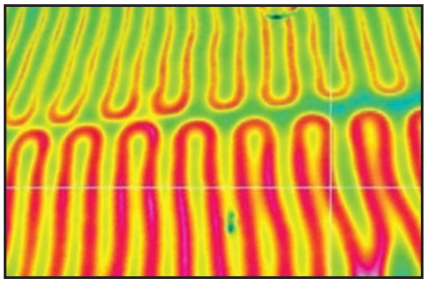
In tabel 40 is een overzicht gegeven van meetmethoden die in het werk kunnen worden uitgevoerd ter beoordeling of een draagvloer geschikt is voor het aanbrengen van dekvloer.

Tabel 40: Enkele eenvoudige testen voor het bepalen van een eigenschap

Te onderzoeken eigenschap	Proefmethode	Kenmerken
Aanwezigheid vervuiling	met het oog	zuiverheid ondergrond
Aanwezigheid stof	afborstelen met borstel	aanwezigheid
Zwakke, losse plekken	visueel, afstrijken met stalen moker	holle klank
Uiterlijk	met het oog	vergelijken met referentie/proefstaal
Hechting afwerkingen	krasproef	loslaten (deel) afwerking
Afzanden, verpoederen	afborstelen	vorming stof of van stofverwering
Aanwezigheid zouten	proeven	kalk is neutraal, chloride is zoutachtig
Wateropname	bevochtigen met water	zichtbaar wateropname
	meten met buisjes van Karsten	daling waterspiegel buisje
Hardheid oppervlak	krassen	kras, breedte en diepte
Sterkte	terugslag hamer	terugslagwaarde
Hechting	hechtproef	plaats van breuk, waarde hechtsterkte
Vochtgehalte	folie	condens aan onderzijde
	indicatieve weerstandsmeters	aflezen op schaalverdeling
	carbidmethode	vochtgehalte in % m/m
	droging monsters	vochtgehalte in % m/m
Alkaliteit	sproeien met fenolptaleine	kleurverandering afhankelijk van pH
Omgevingscondities	meten temperatuur, RV	

17.10 Thermografie

Thermografische inspectie of infraroodinspectie is een onderzoeksmethode, die gebruik maakt van het feit dat elk object warmte uitstraalt in de vorm van elektromagnetische straling. Het golflengtegebied van deze straling, het infrarode gebied, zit net achter het visueel waarneembare licht. Met een speciale infraroodcamera wordt de straling gedetecteerd. De verschillende golflengtes (temperaturen) worden in kleuren weergegeven in een thermogram. Zwart, donkerblauw en paars geven aan dat het oppervlak verhoudingsgewijs koud is. Rood, geel en wit staan voor verhoudingsgewijs warm tot heet. Daarbij geldt wel dat de schaalverdeling van een thermogram is aan te passen en dat dus bijvoorbeeld rood niet altijd eenzelfde temperatuur inhoudt.
Thermografie leent zich goed voor het vaststellen van bijvoorbeeld koudebruggen in constructie. Op het gebied van vloeren bewijst thermografie zijn nut bij het controleren van vloerverwarming en het bepalen van het leidingverloop (afb. 84). Zo kan bijvoorbeeld de plaats worden vastgesteld waar zonder problemen een kern kan worden geboord of een machine kan worden verankerd.



Afb. 84: Thermografische opname vloerverwarming

18 LITERATUUR EN NORMEN

18.1 Literatuur

- Aurnhammer, K. G., Schäden an Estrichen, Stuttgart 1996.
- Binnenvloeren van natuursteen, Brussel 1999.
- Dilatatievoegconstructies in dek- en afwerkvloeren, Rotterdam 1997.
- Drolenga, J.C., Zwevende dekvloeren in de woningbouw, Rotterdam 2001.
- Fahrenkrog, H., Bodenbeläge aus Natur- und Betonwerkstein: Verlegetechnik: das Praxisbuch für Planer, Steinmetzen und Fliesenleger, München 2001.
- Handleiding dekvloeren, ontwerp en uitvoering, Den Haag 1993.
- Hillebrand, H.G.A., Handboek kunstharsgebonden vloerafwerkingen, Waddinxveen 2000.
- Lahaye, P.P.J., Spanningen in tegel- en natuursteenvloeren door vocht- en temperatuursinvloeden, het voorkomen van schade, Rotterdam 2001.
- Leewis, M,. H.B. Monster en A.A. van der Vlist , Bedrijfsverhardingen en bedrijfsvloeren van beton, ‘s-Hertogenbosch 1991.
- Monolietvloeren: gietbouw in de utiliteitsbouw, Veenendaal 2003.
- Sasse, R., Schutz in Instandsetzung von Betonbauteilen unter Verwendung von Kunststoffen, Berlin 1994.
- Stufib rapport 11: Beheerste scheurvorming van voegloze, elastisch ondersteunde betonvloeren – aandachtspunten voor ontwerp en aanleg, Nieuwegein 2006.
- Stufib rapport 12: losse toplagen in monoliet afgewerkte betonvloeren – analyse van de oorzaak en aandachtspunten ter voorkoming, Nieuwegein 2006.
- Stufib rapport 15: ontwerpaspecten met betrekking tot scheurvorming in de constructieve druklaag op vloeren van voorges pannen kanaalplaten, Nieuwegein 2007.
- Vloeren in de praktijk. De 10 meest geraadpleegde SBR-infobladen, Rotterdam 2005.

18.2 Normen

NEN 2741:2001	Inclusief aanvullingsblad A1:2008. In het werk vervaardigde vloeren – kwaliteit en uitvoering van cementgebonden dekvloeren.
NEN 2742:2007	In het werk vervaardigde vloeren – zwevende dekvloeren – Terminologie, uitvoering en kwaliteitsbeoordeling.
NEN 2743:2003	In het werk vervaardigde vloeren – kwaliteit en uitvoering van monolithisch afgewerkte betonvloeren en –verhardingen.
NEN 2747:2001	Classificatie en meting van de vlakheid en evenwijdigheid van vloeroppervlakken.
NEN-EN 12390-8:2009	Beproeving van verhard beton - Deel 8: Indringdiepte van water onder druk
NEN-EN 12431:1998	Inclusief aanvullingsblad A1:2006. Materialen voor de thermische isolatie van gebouwen – Bepaling van de dikte van isolatieproducten in zwevende dekvloeren.
NEN-EN 13162:2009	Producten voor thermische isolatie van gebouwen – Fabrieksmatig vervaardigde (MW) producten voor minerale wol.
NEN-EN 13163:2009	Producten voor thermische isolatie van gebouwen – Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxpandeerd polystyreenschuim (EPS) – specificaties.
NEN-EN 13164:2009	Producten voor thermische isolatie van gebouwen – Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxtrudeerd polystyreenschuim (XPS) – specificaties.
NEN-EN 13139:2002	Toeslagmateriaal voor mortel.
NEN-EN 13318:2000	Vloermortel en dekvloeren – Definities.
NEN-EN 13454-1:2004	Bindmiddelen, samengestelde bindmiddelen en fabrieksmatig vervaardigde mengsels voor dekvloeren gebaseerd op calciumsulfaat – Deel 1: Definities en eisen.
NEN-EN 13454-2:2004	Inclusief aanvullingsblad A1:2007. Bindmiddelen, samengestelde bindmiddelen en fabrieksmatig vervaardigde mengsels voor dekvloeren gebaseerd op calciumsulfaat – Deel 2: Beproevingsmethoden.

NEN-EN 13813:2002	Dekvloermortel en dekvloeren – Dekvloermortels – Eigenschappen en eisen.
NEN-EN 13892-1:2002	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 1: Monsterneming, vervaardiging en conditioneren van proefstukken.
NEN-EN 13893-2:2002	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 2: Bepaling van de buig- en druksterkte.
NEN-EN 13892-3:2004	Beproevingsmethoden voor drukvloermortels – Deel 3: Bepaling van de slijtweerstand volgens Böhme.
NEN-EN 13892-4:2002	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 4: Bepaling van de slijtweerstand volgens BCA.
NEN-EN 13892-5:2003	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 5: Bepaling van de slijtweerstand bij rolbelasting van dekvloeren met slijtlaag.
NEN-EN 13892-6:2002	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 6: Bepaling van de oppervlaktehardheid.
NEN-EN 13892-7:2003	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 7: Bepaling van de slijtweerstand bij rolbelasting van dekvloeren met vloerbedekking.
NEN-EN 13892-8:2002	Beproevingsmethoden voor dekvloermortels – Deel 8: Bepaling van de hechtsterkte.
NEN-EN 14016-1:2004	Bindmiddelen voor magnesietvloeren – Magnesiumoxide en magnesiumchloride – Deel 1: Definities en eisen.
NEN-EN 14016-2:2004	Bindmiddelen voor magnesietvloeren – Magnesiumoxide en magnesiumchloride – Deel 2: Beproevingsmethoden.
BS 8204-1: 1999	Screeds, bases and in-situ floorings. Part 1. Concrete bases and cement sand levelling screeds to receive floorings. Code of practice.

18.3 CUR-Aanbevelingen

CUR-Aanbeveling 20	Bepaling van de hechtsterkte van mortels op beton.
CUR-Aanbeveling 31	Nabehandeling en bescherming van beton.
CUR-Aanbeveling 35	Ontwerpen van elastisch ondersteunde betonvloeren en-verhardingen, 2e herziene uitgave.
CUR-Aanbeveling 42	Bepaling van de invloed van polypropyleenvezels in beton op de vorming van plastische krimpscheuren.
CUR/PBV-Aanbeveling 44	Beoordeling vloeistofdichtheid van vloeistofdichte voorzieningen (4e herziene uitgave).
CUR/PBV-Aanbeveling 63	Bepaling van de vloeistofindringing in beton door de capillaire absorptieproef (1998).
CUR/PBV-Aanbeveling 64	Vloeistofdichte, kunstharsgebonden systemen (derde, herziene uitgave, december 2004).
CUR/PBV-Aanbeveling 65	Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton (2e druk).
CUR-Aanbeveling 87	Siergrindvloeren met epoxy als bindmiddel.
CUR-Aanbeveling 90	Kunstharsgebonden terrazzovloeren.
CUR-Aanbeveling 92	Vloerverwarming in kunstharsgebonden terrazzovloeren.
CUR-Aanbeveling 107	Gietvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel.
CUR-Aanbeveling 110	Gietvloeren met cement als bindmiddel.
CUR-Aanbeveling 111	Staalvezelbeton bedrijfsvloeren op palen. Dimensionering en uitvoering.

19 TERMINOLOGIE

Een begripsomschrijving van de in deze uitgave gehanteerde terminologie vindt u op de site van het Bedrijfschap Afbouw (www.Bedrijfschapafbouw.nl) in het Afbouwlexicon.

Voor meer informatie:

Bedrijfschap Afbouw
Mauritskade 27
2514 HD Den Haag
Telefoon: 070 - 33 66 500
Fax: 070 - 33 66 533
E-mail: post@bedrijfschapafbouw.nl
Internet: www.bedrijfschapafbouw.nl

Afdeling Techniek
Secretariaat Veenendaal
E-mail: techniek@bedrijfschapafbouw.nl
Telefoon: 0318 - 505 602
Fax: 0318 - 550 119

T.2.004.10 - Uitgave juli 2010