

Aanbeveling 65 (tweede, herziene uitgave)

Ontwerp, aanleg en herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton

Deze CUR/PBV-Aanbeveling bevat regels en eisen voor het ontwerp, de materialen, de aanleg en het herstel van vloeistofdichte voorzieningen van beton, alsmede voor beschermingen op betonconstructies om deze vloeistofdicht te maken. Vloeistofkerende voorzieningen maken geen onderdeel uit van deze Aanbeveling. De Aanbeveling is dusdanig opgesteld dat deze aansluit op de bestaande (Europese) regelgeving en is tevens de basis voor andere (PBV-)documenten.

De Aanbeveling is bedoeld voor eigenaren, ontwerpers, milieudiensten, producenten, leveranciers, aannemers of verwerkers en Deskundig Inspecteurs die direct zijn betrokken bij het voorschrijven, ontwerpen, aanleggen of herstellen van vloeistofdichte voorzieningen.

Deze Aanbeveling is tot stand gekomen in het kader van het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV), waarin de Stichting PBV op het gebied van bodembeschermende voorzieningen kennis ontwikkelt, kwaliteit borgt en kennis overdraagt. Het PBV sluit aan bij de vigerende regelgeving van de overheid en past in haar streven bodemverontreiniging tegen te gaan.

Deze Aanbeveling is opgesteld door CUR/PBV-Voorschriftencommissie 82 'Herziening CUR/PBV-Aanbeveling 65'. Op het moment van publiceren ervan was de commissie als volgt samengesteld: dr.ir. G.J.L. van der Wegen (voorzitter), ing. M.J. van Brink (secretaris/rapporteur), ing. J.P. Boeter, ing. A.A. van den Bos, ir. G.Chr. Bouquet MICT, dr.ir.drs. C.R. Braam, ing. M. de Jonker, ing. P.C. Langeveld, ing. P.A. Ruardi, ing. R. Sagel, L.E. van der Steen, J.Talsma, J. Wensing, ing. D.P. Wolters, ir. J.M.H.J. Smit (coördinator).

Deze CUR/PBV-Aanbeveling is goedgekeurd door de Algemene Voorschriftencommissie 'Bodem en Milieu' en vervangt CUR/PBV-Aanbeveling 65 'Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen' van april 1998.

inhoud

		blz.
1	Onderwerp	4
2	Toepassingsgebied	4
3	Termen en definities	4
4	Ontwerp en berekeningen	5
4.1	Algemeen	5
4.2	Overeen te komen uitgangspunten	6
4.3	Technische werkschrijving / bestek / ontwerp	6
4.4	Berekeningen	7
4.4.1	Algemeen	7
4.4.2	Elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen in het werk gestort	7
4.4.3	Vrijdragende vloeren en in het werk gestorte wanden	9
4.4.4	Vloeren en wanden van geprefabriceerde betonelementen	10
4.4.5	Fundering	10
4.5	Beschermlagen	10
4.6	Voegen, aansluitingen en details	11
4.6.1	Algemeen	11
4.6.2	Voegen	11
4.6.3	Aansluitingen	12
4.6.4	Details	12
5	Technologie	16
5.1	Algemeen	16
5.2	Eigenschappen materialen	17
5.2.1	Vloeistofdichtheid	17
5.2.2	Chemische bestandheid materialen	19
5.3	Aanvulling/fundering vloeren of verhardingen	19
5.3.1	Algemeen	19
5.3.2	Aanvulling (of ophoging)	19
5.3.3	Ongebonden funderingsmaterialen	19
5.3.4	Gebonden funderingsmaterialen	19
5.4	Riolering en afwatering	19
5.5	Geprefabriceerde elementen van beton	20
5.5.1	Algemeen	20
5.5.2	Passtukken	20
5.6	Wapeningsstaal	20
5.7	Betonspecie	20
5.8	Vezels	20
5.9	Nabehandelmiddelen	20
5.10	Voegvullingsmassa	21
5.10.1	Duurzaam toelaatbare vervorming	21
5.10.2	Elasticiteitsmodulus	21
5.10.3	Hechting	21
5.10.4	Volume- en massaverandering bij vloeistofbelasting	21
5.10.5	Terugvering	21
5.10.6	Afschuiving	21
5.11	Geprefabriceerde afdichtingsmaterialen	21
5.12	Leveren van materialen	22
5.12.1	Algemeen	22
5.12.2	In bulk geleverde materialen	22
5.12.3	Verpakte materialen	22
5.12.4	Informatiebladen	22
6	Uitvoering	23
6.1	Algemeen	23
6.1.1	Vlakheid	24
6.1.2	Afschot	24
6.1.3	Laagdikte	24

6.2	Zandbed	24
6.3	Fundering	24
6.3.1	Fundering op palen	24
6.3.2	Fundering op staal	24
6.4	Aanleg vloeistofdichte voorziening van ter plaatse gestort beton	26
6.4.1	Bekisting	26
6.4.2	Werkvloer	26
6.4.3	Wapening	26
6.4.4	Deuvels	26
6.4.5	Koppelstaven	26
6.4.6	Bevochtiging ondergrond	27
6.4.7	Verwerken betonspecie	27
6.4.8	Verdichten betonspecie	27
6.4.9	Afwerking	27
6.4.10	Nabehandelen	28
6.5	Aanleg vloeistofdichte voorziening van geprefabriceerde betonelementen	28
6.5.1	Elementen	28
6.5.2	Kantopsluitingen	28
6.5.3	Passtukken	28
6.6	Applicatie voegvullingsmassa	29
6.6.1	Applicatie primer	29
6.6.2	Aanbrengen rugvulling	29
6.6.3	Applicatie voegvullingsmassa	29
6.7	Beschermlagen	30
6.7.1	Ondergrond	30
6.7.2	Applicatie	30
6.8	Oplevering	30
7	Herstelwerkzaamheden	31
7.1	Algemeen	31
7.2	Keuze materialen	31
7.3	Scheuren	32
7.3.1	Niet-bewegende scheuren	32
7.3.2	Bewegende scheuren	32
7.4	Afgesprongen delen of randen	32
7.5	Betonvloeren en cementgebonden dekvloeren	33
7.6	Kantelen/wippen van elementen	33
7.7	Voegafdichtingen en aansluitingen	33
7.8	Beschermlagen	33
7.9	Ingebruikneming	34
8	Beproevingmethoden	34
8.1	Verdichtingsgraad en draagkracht funderingen op staal	34
8.2	Voegvullingsmassa	34
8.2.1	Vervaardigen proefstukken	34
8.2.2	Conditioneren proefstukken	35
8.2.3	Duurzaam toelaatbare vervorming	36
8.2.4	Elasticiteitsmodulus	37
8.2.5	Beïnvloeding hechting bij belasting door testvloeistoffen	37
8.2.6	Volumeverandering	37
8.2.7	Massaverandering	38
8.2.8	Terugvering	38
8.2.9	Afschuiving	38
9	Veiligheid, gezondheid en milieu	39
	Titels van de vermelde normen, CUR-Aanbevelingen, beoordelingsrichtlijnen en overige literatuur	40
Bijlage A	Randvoorwaarden betonmengsels voor vloeistofdichte betonconstructies	42
Bijlage B	Belangrijke eigenschappen van vloeistoffen waarmee vloeistofdichte constructies kunnen worden belast	43

1 Onderwerp

Deze CUR/PBV-Aanbeveling bevat regels en eisen voor het ontwerp, de materialen, de aanleg en het herstel van vloeistofdichte voorzieningen in beton, alsmede voor bescherm-
lagen op betonconstructies met als doel deze vloeistofdicht te maken. Een voorziening
ontworpen en aangelegd of hersteld conform deze CUR/PBV-Aanbeveling moet goedge-
keurd kunnen worden door een Deskundig Inspecteur, op basis van CUR/PBV-
Aanbeveling 44.

Toelichting

Deze CUR/PBV-Aanbeveling is de basis voor goed ontworpen en aangelegde of
herstelde vloeistofdichte voorzieningen. Bij het opstellen ervan is er zorg voor
gedragen dat het document aansluit op de beoordelingsaspecten in CUR/PBV-
Aanbeveling 44. Voor bedrijfsrioleringen wordt, tenzij anders aangegeven,
gebruikgemaakt van CUR/PBV-Aanbeveling 51.

2 Toepassingsgebied

Deze CUR/PBV-Aanbeveling is van toepassing op nieuw aan te leggen en/of te herstel-
len vloeistofdichte voorzieningen van beton, alsmede op het vloeistofdicht maken van
betonconstructies met een beschermlaag. Voor een bedrijfsriolering moet, tenzij anders
aangegeven in deze Aanbeveling, CUR/PBV-Aanbeveling 51 worden gevolgd. Voor de
aanlegfase kan gebruik worden gemaakt van diverse Beoordelingsrichtlijnen (BRL's).
Deze Aanbeveling geldt als basis voor andere (PBV-)documenten.

Met uitzondering van de overlaging van een betonvloer maken asfaltconstructies geen
onderdeel uit van deze Aanbeveling.

Toelichting

In deze CUR/PBV-Aanbeveling wordt regelmatig verwezen naar diverse andere
(PBV-)documenten. Dit geldt in het bijzonder voor bedrijfsrioleringen, vloeistof-
dichte kunstharsgebonden systemen, vloeistofdicht asfalt en diverse andere
materialen. Deze Aanbeveling geldt als basis voor onder meer CUR/PBV-
Aanbeveling 64 'Vloeistofdichte kunstharsgebonden systemen', maar ook voor
diverse certificatieschema's zoals BRL 2371 'Het vloeistofdicht maken van draag-
vloeren van beton' en BRL 2373 'Het ontwerpen van vloeistofdichte bodembes-
chermende voorzieningen'.

Voor de aanleg van bedrijfsriolering wordt verwezen naar PBV-documenten zoals
BRL 2319, BRL 2362, BRL 2372 en BRL 52224.

3 Termen en definities

- 3.1 **Beschermlaag:** een laag met als specifiek doel de voorziening vloeistofdicht te maken
door het indringen van vloeistof in de voorziening te voorkomen, of te fungeren als
vloeistofdichte barrière die is samengesteld uit meerdere materialen of lagen.

Toelichting

Beschermlagen kunnen zijn samengesteld uit cementgebonden lagen, gietasfalt/
walsasfalt, tegelwerk, linings of kunstharsgebonden systemen. De ondergrond
wordt gevormd door een draagkrachtige laag, bijvoorbeeld een betonconstructie.
De beschermlaag is één van de lagen van een voorziening. Een monolithisch aan-
gebrachte slijtlaag wordt niet als beschermlaag gezien.

- 3.2 **Gebrek:** een onvolkomenheid (beschadiging of andere bijzonderheid in of aan de voor-
ziening), waardoor de voorziening niet vloeistofdicht is.

Toelichting

Onder een gebrek wordt onder meer verstaan: breuk en ontoelaatbare scheuren. Ook kunnen onvolkomenheden zoals extreme vervormingen, grindnesten in beton of stripping in bitumineuze materialen, scheuren, inhomogeniteiten, gebonden of ingekapselde verontreiniging door bijvoorbeeld hout- en polystyreenresten en het overmatig zuigen van oppervlakken, de vloeistofdichtheid in gevaar brengen. Bij beschermlagen tot een dikte van 5 mm geldt dit ook voor craquelé, blaarvorming, rimpelen, verweking, hechtingsverlies en zwellings. Zie ook CUR/PBV-Aanbeveling 44.

- 3.3 **Installatie:** de apparatuur, inclusief aansluitingen en bevestigingen, die aanwezig is voor het kunnen uitvoeren van werkzaamheden in de ruimte waarin de bodembeschermende voorziening wordt aangebracht.
- 3.4 **Vloeistofdicht:** de situatie waarbij een vloeistof de niet met vloeistof belaste zijde van een voorziening niet bereikt.
- 3.5 **Vloer / verharding:** een draagkrachtige voorziening, inclusief de daarbij behorende doorvoeren, vloeistofkeringen, aansluitingen op wanden en overige onderdelen.

Toelichting

Het onderscheid tussen een vloer (binnen) en een verharding (buiten) wordt bepaald door de locatie.

- 3.6 **Voorziening:** een vloer, verharding, wand, bedrijfsriolering, opgebouwd uit producten en materialen, die in samenhang de vloeistofdichtheid moeten kunnen waarborgen.
- 3.7 **Werkvloer:** de ondergrond waarop het beton van een ter plaatse gestorte vloer of verharding wordt gestort.

4 Ontwerp en berekeningen

4.1 Algemeen

Dit hoofdstuk bevat eisen voor het ontwerp van nieuwe vloeistofdichte voorzieningen van beton en voor beschermlagen op betonconstructies. De voorziening moet zo worden ontworpen dat deze bestand is tegen de te verwachten belastingen. Tevens moeten vloeistoffen alleen naar de daarvoor bestemde opvang- of verzamelpunten lopen. De vloeistoffen mogen niet door de vloeistofdichte voorziening of er vanaf stromen.

Tenzij anders aangegeven wordt in deze Aanbeveling voor voegen, aansluitingen en detailleringen verwezen naar CUR/PBV-Aanbeveling 78 en CUR/PBV-publicatie 196; specifiek voor rioleringen en (giet)asfalt naar respectievelijk CUR/PBV-Aanbeveling 51 en BRL 2372. Voor bedrijfsrioleringen geldt hierbij een minimale vloeistofdichtheidseis overeenkomstig vloeistofdichtheidsklasse A conform CUR/PBV-Aanbeveling 51.

Toelichting

Voor de aanleg van rioleringen is in opdracht van PBV, BRL 52224 'Aanleg bedrijfsriolering' ontwikkeld. Ten tijde van het verschijnen van deze Aanbeveling was deze BRL nog niet beschikbaar. Daarom is in de tekst gekozen voor een verwijzing naar de beschikbare laatste stand der techniek (BRL 2372). Als BRL 52224 beschikbaar is, kan deze ook worden gebruikt.

Bij het ontwerp en de berekeningen kan gebruik worden gemaakt van de Aandachtspuntenchecklist in bijlage I van BRL 2373.

Toelichting

Gelijktijdig met de herziening van deze Aanbeveling is BRL 2373 'Het ontwerpen van vloeistofdichte bodembeschermende voorzieningen' opgesteld. In deze BRL is de aandachtspuntenchecklist uit CUR/PBV- publicatie 196 aangevuld en aangepast naar de huidige stand der techniek.

4.2 *Overeen te komen uitgangspunten*

De aan de vloeistofdichte voorziening te stellen eisen moeten tussen de opdrachtgever en het uitvoerende bedrijf vooraf schriftelijk worden overeengekomen. Aangegeven moet worden of sprake is van:

- aanleg of vervanging van een bestaande voorziening door een nieuwe vloeistofdichte voorziening van beton;
- vloeistofdicht maken van een bestaande betonconstructie, door middel van het aanbrengen van een beschermlaag;
- aanleg van een bedrijfsriolering.

Verder moet ten minste worden overeengekomen:

- welk deel van de betonconstructie vloeistofdicht moet zijn;
- de soort en grootte van de belastingen waarop de betonconstructie moet worden ontworpen, waarbij ten minste moet worden voldaan aan NEN 6702;

Toelichting

Voor een elastisch ondersteunde vloer of verharding wordt in aanvulling op NEN 6702 ook verwezen naar CUR-Aanbeveling 36. Behalve met de uitwendige belastingen zal de ontwerper/constructeur ook altijd rekening houden met de eventuele belastingen veroorzaakt door krimp, conform 6.1.6 van NEN 6720, en temperatuurverschillen conform 8.8 van NEN 6702.

- de te verwachten chemische belastingen (soort belasting en belastingsduur);
- de vereiste referentieperiode van de voorziening;

Toelichting

Onder referentieperiode wordt de duur van de vloeistofdichtheid van de voorziening en de constructieve levensduur van de voorziening verstaan. Beide perioden behoeven niet gelijk te zijn.

- de vereiste vlakheidsklasse conform NEN 2747 in geval van een vloer;
- de vereiste voorzieningen en afschot voor de afvoer van vloeistoffen.

4.3 *Technische werkschrijving / bestek / ontwerp*

Het ontwerp van de voorziening moet zijn overeengekomen en vastgelegd in een technische werkschrijving of bestek, inclusief eventuele berekeningen en tekeningen. Hierbij moeten, voor zover van toepassing, ten minste de volgende onderdelen zijn vastgelegd:

- specificaties van alle toe te passen materialen;
- referentieperiode van de voorziening;
- opbouw van de voorziening;
- hoogtematen ten opzichte van het bouwpeil;
- maatvoering (laagdikte, lengte- en breedtematen);
- afschot in richting en grootte;
- plaats en doorsnede van voegen, inclusief de voegen die worden aangebracht door middel van zagen of door middel van het maken van een dag- of stortnaad;
- plaats, type, doorsnede en aantal van eventuele koppelstaven en/of deuvels en/of wapening, alsmede alle bijlegwapening bij deze onderdelen (inclusief de dekking);

- welke maatregelen moeten worden genomen bij de aansluitingen met vaste bouwde-
len om te voorkomen dat door ongelijkmatige zetting of belemmerde vervorming
schade ontstaat waardoor de vloeistofdichtheid van de voorziening in gevaar komt;
- doorsneden van aansluitingen op andere bouwde-
len zoals schrobputten, kolken, lijn-
afwatering, putten en bouwmuren, alsmede alle bijlegwapening bij deze onderdelen
(inclusief de dekking).

4.4 *Berekeningen*

4.4.1 *Algemeen*

De berekening van de betonconstructie moet zijn gebaseerd op de vigerende normen en de van toepassing zijnde CUR-Aanbevelingen, richtlijnen en bepalingen. Hierbij moet rekening worden gehouden met:

- uitwendige belastingen, zowel statische als dynamische;
- belastingen uit opgelegde vervormingen zoals de zakking van de ondergrond, tempe-
ratuurveranderingen en de krimp van materialen;
- beheersing van de krimp van de betonconstructie;
- eigenschappen van de toe te passen materialen.

In aanvulling hierop moet voor vloeistofdichte constructies in de berekening worden aangetoond dat wordt voldaan aan de randvoorwaarden uit deze CUR/PBV-Aanbeveling.

Toelichting

In deze Aanbeveling zijn de laatste inzichten op gebied van berekeningen beschre-
ven.

In de berekeningen moeten ten minste de volgende aspecten zijn vermeld:

- firmanaam en de naam van de persoon die de berekeningen heeft uitgevoerd;
- datum en het rapportnummer van eventueel grondmechanisch onderzoek; bij een
vloer op staal behoort altijd een zakking en een zakkingsverschil te worden beschre-
ven;
- grootte van uitwendige belastingen en opgelegde vervormingen (inclusief zakking,
krimpen en temperatuurveranderingen) die in de berekeningen zijn aangehouden;
- normen, CUR-Aanbevelingen, bepalingen en/of richtlijnen waarop de berekeningen
zijn gebaseerd;
- de conclusie(s) en de keuze van de constructie, voortvloeiend uit de berekeningen,
inclusief constructiedetailering ter plaatse van goten, sparingen, smeerkulen en
dergelijke.

Uit de ontwerpberekening moet blijken of is gekozen voor een ongewapende, een gewa-
pende of een voorgespannen betonconstructie. Beton met een hoeveelheid wapening
minder dan het minimum-wapeningspercentage zoals gesteld in 4.4.2, moet als ongewa-
pend worden beschouwd. Bij de berekening moet zoveel mogelijk rekening worden
gehouden met de te verwachten uitvoeringsomstandigheden.

4.4.2 *Elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen, in het werk gestort*

4.4.2.1 *Algemeen*

Minimale dikte vloer: $h = 160 \text{ mm}$
Minimale dikte verharding: $h = 180 \text{ mm}$

Toelichting

Beton kan bij een kleinere dikte al wel vloeistofdicht zijn, maar vanwege uitvoe-
ringstoleranties en het schadegevoelige karakter (uitdroging, opkrullen) van dun-
nere uitvoeringen is deze minimale eis aan de dikte gesteld.

4.4.2.2 Ongewapend en/of staalvezelgewapend beton

Bij ongewapende en/of staalvezelgewapende constructies moeten krimpscheuren door middel van krimpvoegen worden ingeleid. Het aantal krimpvoegen moet zodanig zijn dat alle spanningen die optreden tijdens de verharding en in de gebruikstoestand, dermate klein blijven dat geen willekeurige scheurvorming ontstaat. Aanvullend op CUR-Aanbeveling 36 geldt dat de hart-op-hartafstand van de krimpvoegen niet groter mag zijn dan 5 m, tenzij is aangetoond dat een grotere afstand niet leidt tot willekeurige scheurvorming, en de verhouding tussen lengte en breedte van de plaat ten hoogste 1 : 1,2 mag bedragen. De krimpvoeg moet een minimale breedte van 3 mm en een minimale diepte van 1/3 van de betondoorsnede hebben en moet vloeistofdicht worden afgedicht.

Voor vloeistofdichte vloeren en verhardingen in staalvezelbeton gelden de eisen zoals genoemd onder 'Algemeen' met een maximale voegafstand van 5 m. Het minimale staalvezelgehalte voor staalvezelvloeren bedraagt 30 kg/m³.

4.4.2.3 Gewapend beton

Bij voegloze vloeren en verhardingen moet in de berekening worden uitgegaan van volledige verhinderd van de opgelegde vervormingen veroorzaakt door bijvoorbeeld (uitdrogings)krimp, temperatuurverandering en/of zettingsverschillen.

Scheurwijdte-eisen voor vloeren en verhardingen

a. Hoogte vloeistof $\leq 0,5 h$ (dikte van de constructie)

Maximaal toelaatbare gemiddelde scheurwijdte ter hoogte van de wapening:
 $w = 0,15$ mm.

Maximale staafafstand: $s = 100$ mm.

Het minimum-wapeningspercentage wordt berekend met een minimum-bovenwapening aan de uitdrogingszijde in het binnenklimaat (vloer) of buitenklimaat (verharding) van:

- $\bar{w}_0 = 0,34\%$ bij sterkteklasse C20/25;
- $\bar{w}_0 = 0,41\%$ bij sterkteklasse C28/35;
- $\bar{w}_0 = 0,47\%$ bij sterkteklasse C35/45.

Voor vloeren of verhardingen met een voegafstand < 20 m geldt:

$$\bar{w}_{0,\min} = \bar{w}_{0,\min \text{ voegloos}} [1 - 0,20 (20 - l_{\text{voeg}}) / 15]$$

met $20 \text{ m} \geq l_{\text{voeg}} \geq 5 \text{ m}$

waarin:

$\bar{w}_{0,\min}$	is het minimum-wapeningspercentage, in %;
$\bar{w}_{0,\min \text{ voegloos}}$	is het minimum-wapeningspercentage bij een voegloze vloer of verharding, in %;
l_{voeg}	is de lengte van de vloer tussen de voegen, in m.

Toelichting

Met de vloeistofhoogte wordt bedoeld de maximale hoogte waarmee een vloeistof op de vloer komt. In het geval van een calamiteitenbak bedraagt deze al snel tientallen decimeters, in het geval van een voorziening onder afschot is er sprake van centimeters.

Voor de achtergronden van de genoemde minimum-wapeningspercentages wordt verwezen naar het artikel 'Minimum-wapeningspercentage bij beton onder trek' (Cement 2003, nr. 8).

Bij vloeren in gebouwen met een min of meer constant binnenklimaat mag een wapeningspercentage worden toegepast van ten minste 85% van het onder a. genoemde minimum-wapeningspercentage.

b. Hoogte vloeistof $> 0,5 h$ (dikte van de constructie)

Minimale dikte vloer / verharding: $h = 250$ mm.

Maximaal toelaatbare gemiddelde scheurwijdte ter hoogte van de wapening: $w = 0,07$ mm.

Maximale staafafstand: $s = 100$ mm.

Minimum-wapeningspercentage: $\bar{w}_0 = 0,70\%$, waarvan ten minste het onder a. genoemde minimum-wapeningspercentage moet zijn gelegen nabij het betonoppervlak dat is blootgesteld aan de lucht in het binnenklimaat (vloer) of buitenklimaat (verharding).

Toelichting

De scheurwijdte toets wordt uitgevoerd zoals beschreven in het artikel 'Vloeistofdichte doorgaand gewapend ter plaatse gestorte betonvloeren - de scheurwijdtecontrole' (*Cement* 2005, nr. 6). De toets is gebaseerd op een analyse van het scheurgedrag van de constructie onder zuivere buiging; hiertoe wordt een fictief scheurmoment geïntroduceerd. In de scheurwijdteberekening wordt uitgegaan van een onvoltooid scheurenpatroon. Bij het berekenen van de gemiddelde scheurwijdte ter hoogte van het betonstaal en aan het oppervlak wordt uitgegaan van een V-vormig verloop van de scheurwijdte over het gescheurde deel van de betondoorsnede (scheurwijdte is nul ter hoogte van de neutrale lijn en bereikt de hoogste waarde aan het betonoppervlak).

Het artikel beschrijft de achterliggende theorie en licht deze toe met een praktijkvoorbeeld.

Het is vanzelfsprekend dat een ontwerp alleen op basis van deze voorwaarde geen garantie is voor een vloeistofdichte vloer. De verwerking en nabehandeling van de constructie conform deze Aanbeveling zijn minstens zo belangrijk.

Vanuit de keuring van een vloeistofdichte voorziening op basis van de CUR/PBV-Aanbeveling 44 worden geen doorgaande scheuren toegestaan, tenzij op basis van nader onderzoek (dossier- of destructief onderzoek) kan worden vastgesteld dat de scheuren zodanig zijn dat vloeistoffen de onderkant van de voorziening niet kunnen bereiken.

Bij vloeren in gebouwen met een min of meer constant binnenklimaat mag een wapeningspercentage worden toegepast van ten minste 85% van het onder a. genoemde minimum-wapeningspercentage.

4.4.3 *Vrijdragende vloeren en in het werk gestorte wanden*

4.4.3.1 *Algemeen*

Minimale dikte vloer: $h = 160$ mm.

Minimale dikte wand: $h = 200$ mm.

In het geval van een hoogte vloeistof $> 0,5 h$ (dikte van de constructie) geldt een minimale dikte van de vloer en de wand van $h = 250$ mm.

4.4.3.2 *Gewapend beton*

Vloeistofdichte gewapend-betonnen vrijdragende vloeren en wanden mogen voegloos worden uitgevoerd. Bij deze voegloze vloeren en verhardingen moet in de berekening worden uitgegaan van volledige verhinderende van de opgelegde vervormingen veroorzaakt door krimp en temperatuurverandering. Als in de betreffende constructie geen volledige verhinderende van de vloeren of wanden zal/kan optreden, moet dit door berekening worden aangetoond.

In geval van volledige verhinderende van de opgelegde vervormingen veroorzaakt door krimp en temperatuurverandering gelden de eisen in 4.4.2.

Toelichting

Ten tijde van de verschijning van deze herziene CUR/PBV-Aanbeveling 65 wordt gewerkt aan het opstellen van een CUR-Aanbeveling voor de dimensionering en uitvoering van bedrijfsvloeren van staalvezelbeton op palen. Daar deze Aanbeveling nog geen invulling geeft aan de dimensionering van vloeistofdichte bedrijfsvloeren van staalvezelbeton op palen, is deze toepassing nog niet opgenomen in deze Aanbeveling.

4.4.4 *Vloeren en wanden van geprefabriceerde betonelementen*

Onder invloed van de belastingen en de daaruit te berekenen krachtsverdeling conform 6 van CUR-Aanbeveling 36 moet worden voldaan aan het gestelde in 7.2 van CUR-Aanbeveling 36 met betrekking tot de toetsing van ongewapend beton en staalvezelbeton.

De rekenwaarde voor de buigsterkte moet worden bepaald volgens 5.2 (ongewapend beton) en 5.3 (staalvezelbeton) van CUR-Aanbeveling 36. De ondergrond mag worden geschematiseerd als continue lineair-elastische bedding met een beddingsgetal k volgens 4 van CUR-Aanbeveling 36.

De in rekening te brengen representatieve veranderlijke en bijzondere belastingen alsmede de aard van de belastingen, zoals bijvoorbeeld kort- of langdurende belastingen en het aantal belastingsherhalingen, moeten vooraf worden overeengekomen.

Toelichting

In CUR-Aanbeveling 36 is sprake van belastingen door temperatuurverschillen, krimp en zetting.

Omdat de afzonderlijke vloerplaten klein zijn en vrij ten opzichte van elkaar kunnen bewegen, zijn deze belastingen voor het dimensioneren van betonelementen niet relevant en mogen buiten beschouwing worden gelaten. Als afzonderlijke elementen onderling zijn gekoppeld met deuvels of cementgebonden voegmateriaal en de vloer of verharding langs de randen niet vrij kan vervormen, kan de belasting door temperatuurverschillen wel een rol spelen.

4.4.5 *Fundering*

Het ontwerp van de fundering moet zijn gebaseerd op de resultaten van een grondmechanisch onderzoek, rekening houdend met de te verwachten belastingen en de optredende zettingen.

Het ontwerp van funderingen moet zijn afgestemd op NEN 6740.

In het ontwerp moet worden vastgelegd of, en zo ja welke maatregelen moeten worden genomen om ongelijkmatige zettingen te voorkomen door verstijvingen in de ondergrond, zoals poeren en funderingen, of op welke manier de optredende vervormingen door de constructie kunnen worden opgenomen.

Toelichting

Voor het ontwerp van verhardingen van prefab elementen van beton kan gebruik worden gemaakt van CROW publicatie 25 'Handleiding ontwerp van wegen in betonsteen' en CROW publicatie 42 'Dimensionering van betonsteenverhardingen voor wegen'.

Fundering op palen

De paalfundering moet worden gemaakt conform de vigerende normen voor prefab palen of in de grond gevormde palen. Aan deze fundering worden geen aanvullende eisen gesteld in verband met vloeistofdichtheid.

4.5 *Beschermlagen*

Van de gekozen bescherm laag moet de aard en de omvang van het noodzakelijke onderhoud tijdens de totale referentieperiode worden aangegeven.

Het ontwerp van een kunstharsgebonden beschermlaag moet voldoen aan CUR/PBV-Aanbeveling 64.

4.6 Voegen, aansluitingen en details

4.6.1 Algemeen

Een voeg of aansluiting moet zo worden ontworpen dat deze vloeistofdicht is indien de voeg of aansluiting de vloeistofdichtheid van de voorziening moet waarborgen. Ter plaatse van elke onderbreking in de laag die de vloeistofdichtheid moet waarborgen, waaronder doorvoeren, schrobputten en goten, moet een adequate afdichting worden aangebracht.

Toelichting

Vaak wordt de aansluiting afgedicht met een voeg conform 6.6. De breedte van de voegsponning wordt dan afgestemd op de grootte van de te verwachten beweging in de voeg.

4.6.2 Voegen

De lengteveranderingen van de betonvloeren of -verhardingen door variaties in temperatuur en vochtgehalte moeten worden berekend. Aangetoond moet worden dat de berekende lengteveranderingen duurzaam kunnen worden opgenomen door de aan te brengen voegmassa of het afdichtingsprofiel. Bij het gebruik van een afdichtingsprofiel moet rekening worden gehouden met de overgangen met verticale voegconstructies, kruispunten, lassen, voegtoleranties en onbeschadigde voegwanden, omdat het voegprofiel zijn afdichtende werking ontleent aan een zekere mate van compressie.

De toe te passen voegbreedte moet zijn afgestemd op:

- het te verwachten verschil tussen de kleinste en grootste mogelijke voegbreedte;
- de duurzaam toelaatbare vervorming van de toe te passen voegvullingsmassa of het prefab afdichtingsprofiel;
- de door de leverancier van het voegprofiel aangegeven mate van compressie in relatie tot de aangegeven minimale en maximale voegbreedte.

Toelichting

Voegen kunnen worden gedimensioneerd op vervorming veroorzaakt door krimp, conform 6.1.6 van NEN 6720, en door temperatuurverschillen, conform 8.8 van NEN 6702.

De voegbreedte moet worden afgestemd op de te verwachten vervormingen. Hierbij geldt een minimale voegbreedte van 8 mm.

Toelichting

Verwachte vervormingen zijn afhankelijk van de thermische belasting en de grootte van de vloer. Als vuistregel kan worden gehanteerd 1 mm vervorming per 1 m betonvloer.

Bij het opzagen en aanbrengen van een kitvoeg is het van belang zorg te dragen voor een goed gereinigd hechtvlak. Dit geldt vooral bij kleinere voegbreedten.

Bij voegen breder dan 20 mm moeten, voorzover van toepassing, maatregelen worden genomen om beschadiging van de voeg door mechanische belasting te voorkomen.

Voegen in de onderliggende constructie mogen worden overbrugd onder voorwaarde dat de te verwachten vervormingen kunnen worden opgevangen/overbrugd door het betreffende materiaal. De leverancier van dit materiaal moet hiermee akkoord gaan.

Toelichting

Voor meer informatie wordt tevens verwezen naar 6.6. van CUR/PBV-Aanbeveling 64.

Voegen moeten worden doorgezet tot aan de wanden of fundering van de constructie of de eerst volgende dwarsvoeg.

Voor wiellastoverdracht ter plaatse van voegen kan gebruik worden gemaakt van deuvels, koppelstaven met deuvelwerking, dan wel van haakweerstand en/of vertanding in het beton. De verticale beweging moet hierbij zodanig worden beperkt, dat voegafdichtingen duurzaam vloeistofdicht blijven.

In langsvoegen mogen koppelstaven zijn opgenomen om te voorkomen dat de platen horizontaal verplaatsen.

De voegafmeting moet voldoen aan de eisen in 4.6.4.

4.6.3 *Aansluitingen*

Op alle plaatsen waar de voorziening aansluit op bijvoorbeeld een ander bouwdeel of een installatie moet een blijvend vloeistofdichte afdichting worden gemaakt. Deze afdichting moet ten minste 10 mm hoger liggen dan de hoogst bekende hoogte van de vloer of verharding. De afdichting moet zodanig zijn afgewerkt dat hierop geen vloeistoffen kunnen blijven staan. Als vloeistofbelasting tegen wanden mogelijk is, moeten de wanden zodanig worden behandeld of beschermd dat de vloeistofbelasting niet kan doordringen naar de bodem.

Toelichting

In sommige gevallen kan door bijvoorbeeld het wijzigen van de bedrijfsvoering en het beperken van het vloeistofdichte vloeroppervlak, een belasting van de wand met vloeistoffen worden vermeden. In dergelijke gevallen kan het afdichten van de aansluiting achterwege blijven.

Wanneer het niet mogelijk is om de vloer/verharding onder (bevestigingspunten van) machines, hulpwerktuigen en installaties te beoordelen, moet de aansluiting op de vloer/verharding worden afgedicht. Dit kan bijvoorbeeld door de aansluitnaad rondom af te kitten of door het aanbrengen van een flexibele en bestendige pakkingsplaat onder de voetplaten/bevestigingspunten. Het rondom afkitten mag nooit leiden tot het opsluiten van vloeistoffen.

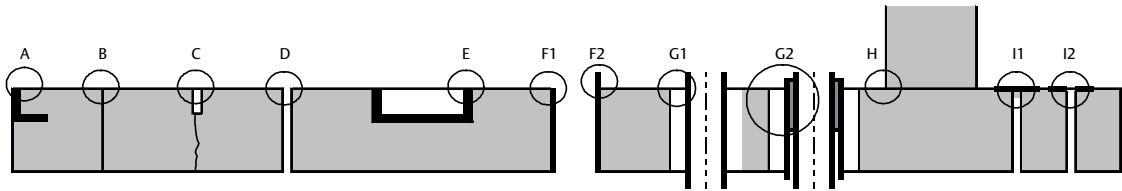
Het gebruik van chemische ankers biedt de meeste zekerheid op het verkrijgen/realiseren van een vloeistofdichte aansluiting en heeft daarmee nadrukkelijk de voorkeur boven mechanische bevestigingen. Omdat het echter niet is uit te sluiten dat bij het aanbrengen van deze ankers onvolkomenheden in de kwaliteit ontstaan, moet ook deze oplossing samengaan met het afdichten van de aansluitnaad. Het afkitten van aansluitingen op vloeistofdichte vloeren/verhardingen is niet noodzakelijk als aan alle volgende voorwaarden wordt voldaan:

- de machine, het hulpwerktuig en/of de installatie zelf gebruikt/verbruikt geen potentieel bodemverontreinigende stoffen;
- de vloer onder de machine, het hulpwerktuig en/of de installatie heeft een beperkte omvang (maximaal 3 m²);
- er is in de directe omgeving van de machine, het hulpwerktuig en/of de installatie geen kans op het morsen van bodemverontreinigende stoffen;
- de vloer onder de machine, het hulpwerktuig en/of de installatie is vloeistofdicht.

4.6.4 *Details*

In deze paragraaf is een aantal principedetails opgenomen die betrekking hebben op voegen, aansluitingen en dergelijke. Het betreft hier principedetails en geen uitputtend overzicht. Tevens wordt verwezen naar CUR/PBV-publicatie 196, CUR/PBV-Aanbevelingen 64 en 78 en BRL 2372.

In figuur 1 is een overzicht gegeven van veel voorkomende aansluitingen, voegen en doorvoeringen. Vanuit de bijbehorende tabel 1 wordt verwezen naar de hierna gegeven principedetails.



Figuur 1 Schematische weergave van mogelijke voegen, aansluitingen en dergelijke (zie ook tabel 1)

Toelichting

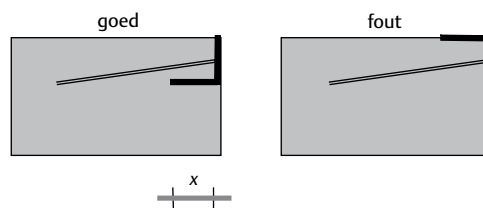
In figuur 1 zijn principedetails gegeven van de meest voorkomende aansluitingen/doorvoeringen. Vaak is een detail terug te voeren op een van deze principes.

Tabel 1 Omschrijving van voegen, aansluitingen en details, aangegeven in figuur 1

type detail	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A. randbescherming	A															
B. stortnaad		B	B													
C. schijnvoeg			C		C											
D. dilatatievoeg				D		D										
E. aansluiting element verticaal							E			E						
F. instortbuis							F1		F2	F1						
G. mantelbuis								G1			G2					
H. aansluiting element horizontaal												H	H	H		
I. brugvoeg															I1	I2

Randbescherming (detail 1)

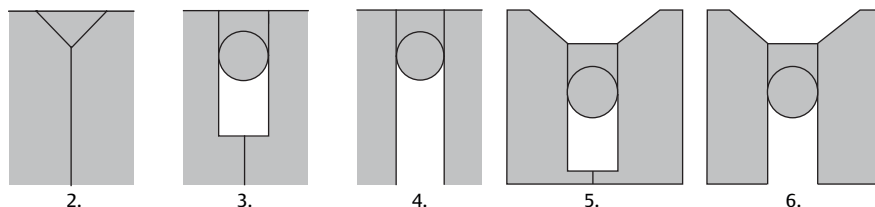
Indien een randbescherming binnen het vloestofdichte gebied wordt aangebracht, moet deze voldoen aan het principe volgens figuur 2. Voor de lengte x geldt een eis van ten minste 50 mm. Voor een randbescherming in een prefab element geldt een eis van ten minste 35 mm. Er mag geen horizontaal been in het vloer- of verhardingsoppervlak aanwezig zijn. Tevens moet er sprake zijn van een blijvende aanhechting met het beton en moet het materiaal waarvan de randbescherming is gemaakt, een vergelijkbare uitzettingscoëfficiënt hebben als beton.



Figuur 2 Principe van een randbescherming (detail 1)

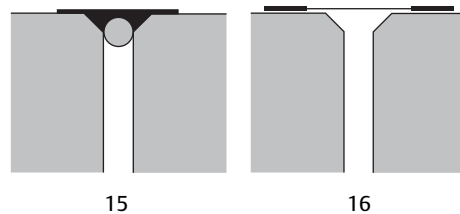
Voegen (details 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16)

Voor een stort-, schijn- of dilatatievoeg zijn volgens tabel 1 de principedetails volgens figuur 3 toepasbaar.



Figuur 3 Principedetails van voegen (statisch: detail 2; dynamisch: detail 3 t.m. 6)

Voor een brugvoeg zijn de principedetails volgens figuur 4 toepasbaar.



Figuur 4 Principedetails van brugvoegen

Bij een bewegende (statische) voeg moet de voegspanning worden afgestemd op de te verwachten beweging in de voeg. Hiervoor gelden de volgende minimale voegafmetingen (fig. 5):

- $8 \text{ mm} \leq b_{\text{nom}} \leq 20 \text{ mm}$
- $d_v \geq d_r + h_{\text{ve}} + d_k$

waarin:

d_v is de voegdiepte, in mm;

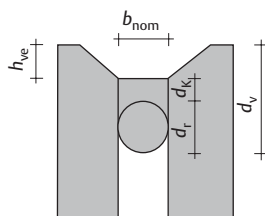
d_r is de werkende hoogte van de rugvulling, in mm;

h_{ve} is de hoogte van de vellingkant, in mm;

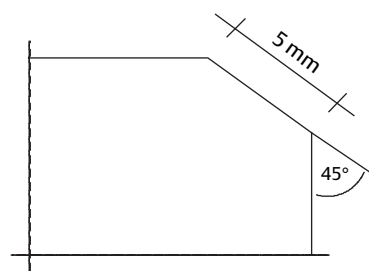
d_k is de dikte van de voegmassa, in mm = $\frac{b_{\text{nom}}}{3} + 6 \text{ mm}$

waarin:

b_{nom} is de vereiste voegbreedte, in mm.



Figuur 5 Schematische weergave van voegafmetingen



Figuur 6 Zijaanzicht vellingkant

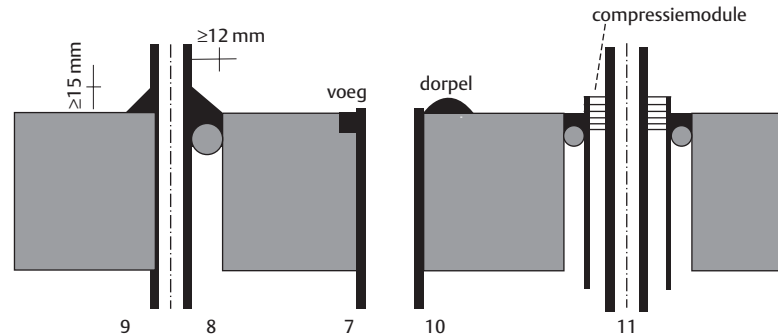
Aan de voegranden moeten, in het geval van mechanische belasting, vellingkanten zijn aangebracht onder 45° met een vlakbreedte van ongeveer 5 mm (fig. 6). Bij aansluitingen van de voorziening met verticale bouwdelen is het aanbrengen van een vellingkant niet noodzakelijk.

Doorvoeringen (detail 7, 8, 9, 10, 11)

In het geval van het afdichten van een doorvoering zijn er twee principemogelijkheden (fig. 7):

- het afdichten met een voegvullingsmassa (details 7, 8, 9);
- het afdichten met een compressiemodule (detail 11).

Detail 10 is voornamelijk bedoeld als vloeistofkering.



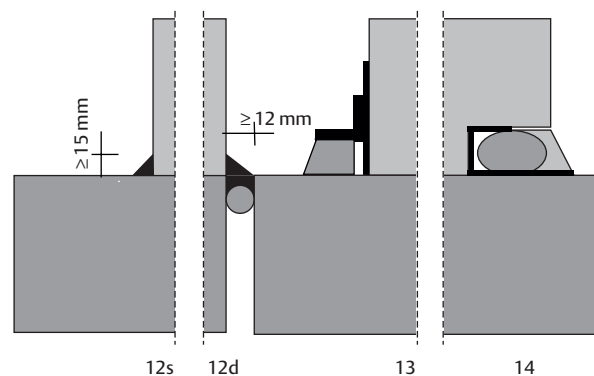
Figuur 7 Principedetails van doorvoeringen (statisch: detail 7, 9, 10; dynamisch: detail 8, 11)

Toelichting

Van belang bij doorvoeren is vooral de afdichting op de hechtvlakken. Met de huidige stand der techniek is het problematisch een goede hechting te verkrijgen op PE (polyethyleen), PP (polypropyleen) of roestvast staal. Het afdichten van zachte PE-leidingen (b.v. Flexwell) is technisch problematisch. Volgens de huidige stand der techniek is een compressiemodule (detail 11) hier de beste afdichting. Als deze oplossing niet mogelijk is, wordt de minst slechte oplossing aanbevolen, namelijk een ter plekke gevormd membraan van de voegvullingsmassa rondom de leidingen. Daarbij wordt op een goed vlakke (zand)ondergrond de voegvullingsmassa gegoten, waarbij de ruimte tussen de leidingen met deze massa wordt opgevuld (detail 8).

Aansluiting elementen (detail 12, 13, 14)

Op alle plaatsen waar de voorziening aansluit op een element zoals een afwateringspunt, muur of installatie, moet een blijvende vloeistofdichte afdichting worden gemaakt. Hierbij moet volgens tabel 1 een van de details volgens figuur 8 worden toegepast.



Figuur 8 Principedetails van aansluitingen op elementen (statisch: detail 12s; dynamisch: detail 12d, 13, 14)

Detail 13 is bedoeld als vloeistofkering. Bij een bouwdeel dat op een vloeistofdichte vloer staat, moeten beide zijden van het bouwdeel vloeistofdicht worden afgedicht.

5 Technologie

5.1 Algemeen

Dit hoofdstuk gaat in op de technologische aspecten bij het ontwerp van een vloeistofdichte voorziening van beton en voor beschermlagen op betonconstructies. Tevens wordt ingegaan op de eisen die worden gesteld aan de te gebruiken materialen.

Aangetoond moet worden dat het materiaal waaraan de voorziening de vloeistofdichtheid ontleent, bestand is tegen de (vloei)stoffen waarmee het in aanraking kan komen. Dit geldt tevens voor de belasting met water. De bestandheid moet worden aangetoond op een wijze die omschreven is in deze Aanbeveling.

Alvorens een materiaal en/of uitvoeringsmethode die de vloeistofdichtheid moet waarborgen kan worden toegepast, moet door middel van een basiskeuring worden aangetoond dat het materiaal of de uitvoeringsmethode voldoet aan de in deze CUR/PBV-Aanbeveling gestelde eisen. Over de resultaten van deze basiskeuring moet overeenstemming worden bereikt tussen de opdrachtgever, de producent/leverancier en het bedrijf dat het materiaal verwerkt. Ook als materialen worden gebruikt voor het realiseren van een vloeistofdichte voorziening waarvoor in deze Aanbeveling geen eisen zijn opgenomen, moet de geschiktheid van deze materialen vooraf worden aangetoond.

De toe te passen materialen mogen geen negatieve interactie hebben met de processen en/of producten in de ruimte waarin de materialen worden aangebracht.

Toelichting

Een voorbeeld van een negatieve interactie is siliconenbesmetting. In ruimten waar bijvoorbeeld lakken worden aangemaakt, gemengd en verwerkt, is het gebruik van materialen waarin zich al siliconen of siliconenoliën bevinden, af te raden. Van siliconen en siliconenoliën is bekend dat deze zich niet bedoeld verspreiden. Zelfs zeer kleine hoeveelheden lak kunnen daardoor zodanig worden aangetast, dat deze niet meer geschikt zijn voor het vervaardigen van goed lakwerk. De zogenoemde siliconenbesmetting openbaart zich door een fijne craquelé en kratertjes in de laklaag.

Voor het bepalen van de bestandheid tegen chemische belasting en vloeistofindringing mag worden aangesloten bij de in de CUR/PBV-Aanbeveling 64 vastgestelde testvloeistofgroepen (zie inventarisatietabel II daarin).

Voor de technologische aspecten van bodembeschermende voorzieningen bestaande uit een beschermlaag van kunstharsgebonden systemen of giet-/walsasfalt wordt, tenzij anders aangegeven in dit hoofdstuk, verwezen naar respectievelijk CUR/PBV-Aanbeveling 64 en BRL 2372. Voor de technologische aspecten rondom vloeistofdichte voegconstructies in bodembeschermende voorzieningen wordt, tenzij anders aangegeven in dit hoofdstuk, verwezen naar CUR/PBV-Aanbeveling 78.

Als een materiaal dat de vloeistofdichtheid moet waarborgen wordt geleverd onder een productcertificaat op basis van de basiskeuring in deze Aanbeveling en het certificaat is afgegeven door een certificatie-instelling die is erkend door de Raad voor Accreditatie, mag worden aangenomen dat wordt voldaan aan de eisen voor de basiskeuring in deze Aanbeveling, mits dit nadrukkelijk op het certificaat is aangegeven.

5.2 Eigenschappen materialen

5.2.1 Vloeistofdichtheid

5.2.1.1 Betonnen constructies

Indien de vloeistofdichtheid van de voorziening wordt ontleend aan beton (ter plaatste gestort of geprefabriceerd), moet deze vloer op vloeistofdichtheid worden ontworpen. De te verwachten indringing moet worden berekend op basis van de formule:

$$e = e_{144} \sqrt{t_{\text{rep}} / 144}$$

waarin:

e is de gemiddelde indringingsdiepte, in mm;

e_{144} is de gemiddelde indringingsdiepte van de vloeistof na 144 uur belasting, bepaald volgens CUR/PBV-Aanbeveling 63 of uit een bekende indringingskarakteristiek, in mm;

t_{rep} is de representatieve belastingsduur, in uren.

De ontwerpdikte (h) van de vloer moet vervolgens voldoen aan:

$$h \geq 1,5 e$$

Toelichting

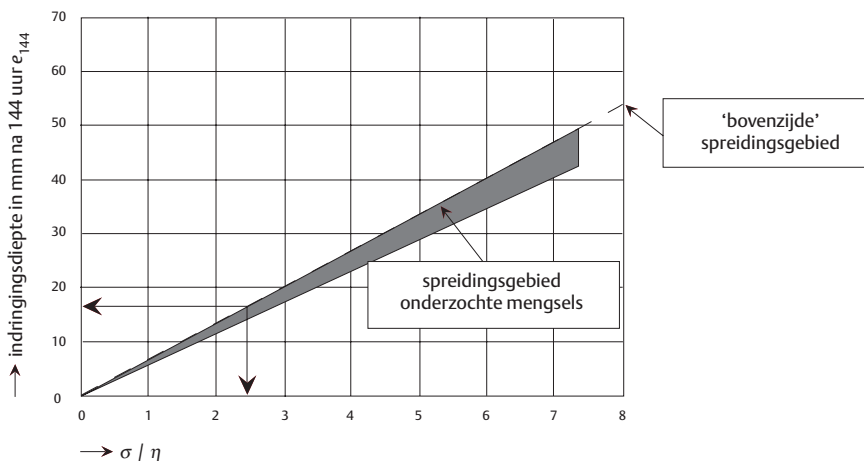
De factor 1,5 is een op basis van de huidige inzichten vastgestelde veiligheidsfactor. De werkelijke indringing in een betonvloer is sterk afhankelijk van de opbouw van het beton, de belastingsduur en het gebruik van de vloer. De gemiddelde indringingsdiepte is dan ook een verwachtingswaarde en kan sterk worden verminderd bij een goed gebruik en beheer en regelmatige reiniging van de vloer.

De gemiddelde indringingsdiepte bij 144 uur belasting (e_{144}) kan worden bepaald door een beproeving op basis van CUR/PBV-Aanbeveling 63 of worden afgeleid uit de indringingskarakteristiek van het betreffende beton. In de CUR/PBV-flyer 'Beton als beschermer van het milieu' (bijlage bij *Cement 2000*, nr. 5) is beschreven hoe deze indringingsdiepte kan worden afgeleid. Valt het te gebruiken betonmengsel binnen de randvoorwaarden zoals opgenomen in bijlage A, dan mag bij het vaststellen van de gemiddelde indringingsdiepte bij 144 uur gebruik worden gemaakt van de 'bovenzijde' van het spreidingsgebied in figuur 9.

Toelichting

In de flyer 'Beton als beschermer van het milieu' staat beschreven hoe de gemiddelde indringingsdiepte bij 144 uur kan worden vastgesteld. Tevens is een vloeistofindringingskarakteristiek opgenomen die geldig is voor diverse betonsamenstellingen. In tegenstelling tot hetgeen is beschreven in deze flyer, mag voor het vaststellen van de gemiddelde indringingsdiepte bij 144 uur de 'bovenzijde' van het spreidingsgebied worden gebruikt. De factor 1,5 bij het berekenen van de indringingsdiepte geeft voldoende veiligheid. Voortschrijdend inzicht heeft geleid tot deze nieuwe veiligheidsfactor. De systematiek is ongewijzigd gebleven.

In bijlage B zijn de dynamische viscositeit en de oppervlaktespanning van veel voorkomende stoffen opgenomen.



Figuur 9 'Bovenzijde' vloeistofindringingskarakteristiek; indringingsdiepte na 144 uur adsorptie als functie van de wortel uit de verhouding oppervlaktespanning/viscositeit (σ / η) van de vloeistof

De representatieve belastingsduur (t_{rep}) is de tijd dat het beton effectief in contact zal zijn met de betreffende vloeistof(fen). In tabel 2 is een aantal belastingsduren opgenomen.

Tabel 2 Representatieve belastingsduur (t_{rep} ; % t.o.v. referentieperiode)

type bodembeschermende voorziening	representatieve belastingsduur (% van referentieperiode)
continu belaste situaties	referentieperiode met een maximum van 100 maal beproevingsduur
verharding zoals tankstations, overslag- en vulinstallaties ('druppel'belasting)	3%
opvangbakken voor opslagtanks (calamiteitenbelasting)	0,1% of duur calamiteit
opslagplaats onder afschot voor vaten (incidentele belasting)	0,05% of duur calamiteit

Toelichting

De representatieve belastingsduur is vaak moeilijk vast te stellen. Voor continu belaste voorzieningen geldt dat er momenteel weinig ervaringscijfers bekend zijn over de werkelijke indringing. De medebepalende factor voor de indringing is hier vaak het vochtgehalte van het beton.

Voor continu belaste voorzieningen kan worden gekozen voor een langere beproevingsduur of het bepalen van de werkelijke indringing na twee jaar gebruik van de voorziening. Op basis van deze gegevens kan met de bovenstaande formule de resterende referentieperiode met betrekking tot vloeistofdichtheid worden berekend.

Voor niet-continu belaste situaties (druppel-, mors- of incidentele belasting) geldt dat op basis van ervaringen uit de praktijk is gebleken dat bij tankstations een representatieve belastingsduur geldt van 3% van de referentieperiode. In de ontwerpfasen kan gebruik worden gemaakt van bovenstaande waarde of kan een inschatting worden gemaakt door de verwachte belasting te vergelijken met een gemiddeld tankstation. Ook kan worden gekozen voor een 'worst case' benadering.

5.2.1.2 Beschermlagen

Voor de dikte van een cementgebonden bescherm laag gelden dezelfde eisen als voor vloeistofdichte betonconstructies (zie hierboven).

Voor bescherm lagen van kunstharsgebonden materialen en asfalt wordt verwezen naar de eisen in respectievelijk CUR/PBV-Aanbeveling 64 en BRL 2372.

5.2.2 *Chemische bestandheid materialen*

Materialen die de vloeistofdichtheid moeten waarborgen, moeten bestand zijn tegen de (vloeistof)stoffen die kunnen voorkomen. Een materiaal kan als bestand tegen een bepaalde vloeistof worden aangemerkt indien na blootstelling aan deze vloeistof geen gebreken worden waargenomen die nadelig zijn voor de vloeistofdichtheid of andere functionele eigenschappen.

In geval chemisch agressieve stoffen in contact kunnen komen met de betonconstructie, moet bij het ontwerp worden uitgegaan van milieuklasse XA1, XA2 of XA3 conform 4.1 van NEN-EN 206-1 en bijlage A van NEN 8005.

Toelichting

Voor de bepaling van de chemische agressiviteit van stoffen die niet worden genoemd in bijlage A van NEN 8005 zal bepaling van de agressiviteit kunnen plaatshebben conform NEN 5996

Voor kunstharsgebonden materialen en gietasfalt/walsasfalt wordt achtereenvolgens verwezen naar de bepalingsmethoden in respectievelijk CUR/PBV-Aanbeveling 64 en BRL 2372.

5.3 *Aanvulling/fundering vloeren of verhardingen*

5.3.1 *Algemeen*

De toe te passen materialen voor een aanvulling of fundering onder een vloer of verharding mogen geen verontreiniging van de bodem of aantasting van andere materialen veroorzaken.

5.3.2 *Aanvulling (of ophoging)*

Zand dat wordt gebruikt voor een aanvulling of ophoging moet voldoen aan 22.06.01, 22.06.02 of 22.06.03 van de Standaard RAW-bepalingen 2000.

5.3.3 *Ongebonden funderingsmaterialen*

Ongebonden funderingsmaterialen moeten voldoen aan de eisen van de Standaard 2000, 28.16.01 t.m. 28.16.09.

Overige materialen voor ongebonden funderingen moeten voldoen aan de uitgangspunten zoals gehanteerd in het ontwerp en/of de eisen die op andere wijze zijn overeengekomen.

5.3.4 *Gebonden funderingsmaterialen*

Schraal beton is een mengsel van grof toeslagmateriaal, zand, cement en water. Het cement moet voldoen aan de eisen van de Standaard 2000, 31.46.06. Het geschiktheidsonderzoek voor schraal beton moet voldoen aan 31.35.02.

Zandcement moet voldoen aan de eisen van de Standaard 2000, 28.26.01 t.m. 28.26.11. Het vooronderzoek voor gebonden asfaltgranulaat c.q. zandcement moet voldoen aan 28.25.03 respectievelijk 28.25.02 van de Standaard 2000.

Overige materialen voor gebonden funderingen moeten voldoen aan de uitgangspunten zoals gehanteerd in het ontwerp en/of de eisen die op andere wijze zijn overeengekomen.

5.4 *Riolering en afwatering*

Materialen die worden verwerkt in een riolering of een afwateringssysteem moeten voldoen aan de vloeistofdichtheidsklasse A volgens CUR/PBV-Aanbeveling 51.

5.5 Geprefabriceerde elementen van beton

5.5.1 Algemeen

Geprefabriceerde elementen van beton moeten voldoen aan NEN-EN 1338, NEN-EN 1339, NEN-EN 1340 of BRL 2316. De elementen moeten zijn voorzien van zodanige voegspinningen dat wordt voldaan aan 4.6 van deze Aanbeveling.

Toelichting

In verband met het ontbreken van normen voor bedrijfsvloerplaten, niet-constructieve betonproducten zoals pompeilanden en bouwelementen van beton, bijvoorbeeld keerwanden, wordt voor deze producten verwezen naar BRL 2316 waarin de eisen en beproevingsmethoden zijn opgenomen.

Gelijktijdig met de herziening van deze Aanbeveling is gestart met de herziening van BRL 2316. Doel van deze herziening is een volledige aansluiting bij de eisen uit deze Aanbeveling, onder meer op het gebied van vloeistofdichtheid en details.

5.5.2 Passtukken

Passtukken moeten zodanige afmetingen hebben dat de deugdelijkheid van de vloeistofdichte verharding is gewaarborgd. Bij een gezaagde kant moet een vellingkant zijn aangebracht onder 45° met een vlakbreedte van circa 5 mm (fig. 5).

5.6 Wapeningsstaal

Wapeningsstaal, ook het staal dat is verwerkt in deuvelds en koppelstaven, moet voldoen aan NEN 6008. Voorspanstaal moet voldoen aan NEN 3868.

5.7 Betonspecie

Betonspecie moet voldoen aan NEN-EN 206-1 en NEN 8005. Bij de keuze van een betonsamenstelling is het van belang rekening te houden met de beheersing van de krimp. Indien chemisch agressieve stoffen in contact kunnen komen met de betonconstructie, moet bij het ontwerp worden uitgegaan van milieuklasse XA1, XA2 of XA3 conform 4.1 van NEN-EN 206-1 en bijlage A van NEN 8005.

Toelichting

De bepaling van de chemische agressiviteit van stoffen die niet worden genoemd in bijlage A van NEN 8005 kan plaatshebben conform NEN 5996. Vaak blijken mengsels dusdanig te zijn samengesteld dat de krimp groter is dan gewenst als gevolg van een hogere werkelijke betonsterkte.

5.8 Vezels

Staalvezels, toegevoegd aan betonspecie, moeten voldoen aan CUR-Aanbeveling 35. Polypropyleenvezels, toegevoegd aan betonspecie, moeten voldoen aan CUR-Aanbeveling 42.

5.9 Nabehandelmiddelen

Materialen voor nabehandelen van in het werk gestorte voorzieningen moeten voldoen aan NEN 2743. Het waterdampremmend vermogen van het nabehandelmiddel of de nabehandelingcombinatie moet, bepaald volgens proef 75 van de Standaard 2000, na 1 dag ten minste 90% bedragen en na 7 dagen ten minste 80%. Bij de keuze van het nabehandelmiddel moet rekening worden gehouden met het eventueel hechtend aanbrengen van beschermlagen.

Toelichting

Om aan de gestelde eis te kunnen voldoen, kan het noodzakelijk zijn een nabehandelingmiddel meer dan één keer aan te brengen.

- 5.10 *Voegvullingsmassa*
Voegvullingsmassa die niet voldoet aan de eisen in deze paragraaf mag alleen worden toegepast als is aangetoond dat dit in het specifieke geval geen problemen oplevert.
- 5.10.1 *Duurzaam toelaatbare vervorming*
De duurzaam toelaatbare vervorming van de voegvullingsmassa, bepaald volgens 8.2.3, moet ten minste 25% bedragen.
- 5.10.2 *Elasticiteitsmodulus*
De elasticiteitsmodulus van de voegvullingsmassa, bepaald volgens 8.2.4, moet voldoen aan de waarden in tabel 3.

Tabel 3 Elasticiteitsmodulus in relatie tot beproevings temperatuur

beproevingstemperatuur in °C	elasticiteitsmodulus in N/mm ²
- (20 ± 2)	≤ 0,60
+ (23 ± 2)	≥ 0,15

Indien de elasticiteitsmodulus wordt bepaald nadat de voegvullingsmassa is blootgesteld aan een testvloeistof met een vloeistofbelasting die overeenkomt met een te verwachten belasting bij calamiteiten, mag de elasticiteitsmodulus van de voegvullingsmassa ten hoogste 50% afwijken van de oorspronkelijke waarde zonder belasting door een testvloeistof.

- 5.10.3 *Hechting*
Door blootstelling aan testvloeistoffen bij een langeduurbelasting en een calamiteitenbelasting, bepaald volgens 8.2.5, mag geen onthechting of scheuren van de voegvullingsmassa optreden.
- 5.10.4 *Volume- en massaverandering bij vloeistofbelasting*
De massaverandering, bepaald volgens 8.2.7, mag ten hoogste 25% bedragen. De volumeverandering van de voegvullingsmassa, bepaald volgens 8.2.6, mag ten hoogste 30% bedragen.
- 5.10.5 *Terugvering*
De terugvering van de voegvullingsmassa, bepaald volgens 8.2.8, moet ten minste 60% bedragen.
- 5.10.6 *Afschuiving*
Ten gevolge van het afschuiven van de voegvullingsmassa, bepaald volgens 8.2.9, mag geen gebrek optreden zoals onthechting of scheurvorming.
- 5.11 *Geprefabriceerde afdichtingsmaterialen*
Geprefabriceerde afdichtingsprofielen moeten voldoen aan NEN 7030. Voor de vloeistofdichtheid voor en bestandheid tegen andere vloeistoffen dan water en olie, moet de geschiktheid van het afdichtingsmateriaal worden aangetoond en moeten het gebruik en de wijze van verwerken worden overeengekomen.

5.12 *Leveren van materialen*

5.12.1 *Algemeen*

Als materialen worden geleverd voorzien van een productcertificaat afgegeven door een certificatie-instelling die is erkend door de Raad voor Accreditatie en als het certificaat is gebaseerd op de eisen in deze CUR/PBV-Aanbeveling, moet de verpakking alsmede de levering voldoen aan hetgeen is vastgelegd in de certificatieregeling.

Toelichting

CE-markering in het kader van de directive Construction Products is steeds vaker van toepassing. In dergelijke gevallen worden producten voorzien van een CE-merk.

5.12.2 *In bulk geleverde materialen*

In bulk geleverde materialen moeten vergezeld gaan van een afleverings- of vervoersdocument dat ten minste de volgende gegevens in het Nederlands bevat:

- naam, adres en telefoonnummer van de producent/leverancier;
- de productnaam;
- de aan het product gestelde eisen en een bevestiging dat aan deze eisen wordt voldaan;
- voor specie en mortel: de grootste korrelafmeting en het type;
- de fabricagedatum;
- de hoeveelheid.

5.12.3 *Verpakte materialen*

Op de verpakking van fabrieksmatig vervaardigde materialen moeten, voor zo ver van toepassing, ten minste de volgende gegevens in het Nederlands zijn vermeld:

- naam, adres en telefoonnummer van de producent/leverancier;
- de productnaam;
- het type bindmiddel;
- de grootste korrelafmeting;
- de fabricagedatum;
- de houdbaarheidstermijn na de fabricagedatum;
- de mengverhoudingen in massaprocenten;
- een korte verwerkingsinstructie;
- de opslagcondities;
- het toepassingsgebied;
- de verwerkingstijd;
- de inhoud in aantal, massa of volume;
- de kleur;
- het chargenummer;
- het aantal componenten;
- een verwijzing naar het van toepassing zijnde informatieblad;
- de voorzorgsmaatregelen die bij het verwerken moeten worden genomen.

5.12.4 *Informatiebladen*

Alle materialen moeten vergezeld gaan van informatiebladen die, voorzover van toepassing, ten minste de volgende gegevens in het Nederlands bevatten:

- dezelfde vermeldingen als op de verpakking en/of het afleveringsdocument zijn vereist;
- een aanduiding aan welke norm of Aanbeveling het materiaal voldoet;
- de hechtsterkte van het materiaal aan de ondergrond;
- de elasticiteitsmodulus;
- het toepassingsgebied;
- de voorwaarden/instructies voor het gebruik;
- de aan te brengen laagdikte (maximaal en minimaal);

- de wijze van doseren van de componenten;
- de toe te voegen hoeveelheid water of andere aanmaakvloeistof;
- de benodigde mengapparatuur en de maximale verwerkingstijd na mengen;
- de omgevingscondities en ondergrondtemperatuur waarbij het materiaal mag worden verwerkt;
- de benodigde informatie met betrekking tot vocht in de ondergrond en de luchtvochtigheid;
- de veiligheidsvoorschriften tijdens de verwerking;
- de wijze van nabehandeling.

Voor voegvullingsmassa moeten bovendien de volgende gegevens door de producent/leverancier worden geleverd:

- de aan te houden voegafmetingen;
- de vereiste voorbereiding van de hechtvlakken, waaronder de mate en soort van reinigen en/of het aanbrengen van een voorstrijklaag;
- de wijze van verwerking;
- de uithardingstijd bij een omgevingstemperatuur van 23 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 50%;
- de bij een bepaald type voorstrijklaag behorende voegvullingsmassa; deze informatie moet op de verpakking van de voorstrijklaag zijn vermeld;
- de tijdsduur waarbinnen de voegvullingsmassa moet worden aangebracht nadat de primerlaag is aangebracht en de tijd die verstrijkt tot het verkrijgen van een 'kleefvrij' oppervlak.

6 Uitvoering

6.1 Algemeen

Dit hoofdstuk gaat in op de aspecten die bij de aanleg van een vloeistofdichte voorziening van beton en voor beschermlagen op betonconstructies van belang zijn. Door middel van een uitvoeringscontrole moet worden vastgesteld of de vloeistofdichte voorziening goed wordt of is uitgevoerd.

Als het aanbrengen van de voorziening plaatsheeft door een ondernemer die beschikt over een procescertificaat, gebaseerd op deze CUR/PBV-Aanbeveling en afgegeven door een certificatie-instelling die is erkend door de Raad voor Accreditatie, mag voor de onder het procescertificaat geleverde dienst worden aangenomen dat wordt voldaan aan de eisen in deze Aanbeveling die volgens het certificaat van toepassing zijn.

Toelichting

Een vloeistofdichte voorziening aangelegd door een gecertificeerd ondernemer is herkenbaar aan een door de certificerende instantie afgegeven BAOC (Bewijs van Aanleg Onder Certificaat). Een BAOC wordt afgegeven bij de aanleg van een voorziening conform de BRL's 2319, 2362, 2371 en 2372, die aansluiten bij deze Aanbeveling.

De aanleg van een vloeistofdichte voorziening moet worden uitgevoerd door voldoende geschoolde en deskundige vakmensen.

Toelichting

Met voldoende geschoold en deskundig wordt bedoeld dat de betreffende functionaris een proeve van bekwaamheid met goed gevolg heeft afgelegd, of dat zijn bekwaamheid door de kwaliteit van resultaten van eerder uitgevoerde vloeistofdichte voorzieningen is aangetoond.

Materiaal moet voldoen aan de eisen in hoofdstuk 5. Opslaan, doseren en mengen van grondstoffen moet plaatshebben volgens de voorschriften van de producent/leverancier.

Voor de uitvoeringsaspecten van bodembeschermende voorzieningen bestaande uit een beschermlaag van kunstharsgebonden systemen of giet-/walsasfalt wordt, tenzij anders aangegeven in dit hoofdstuk, verwezen naar respectievelijk CUR/PBV-Aanbeveling 64 en BRL 2372. Voor de uitvoeringsaspecten rondom vloeistofdichte voegconstructies in bodembeschermende voorzieningen wordt, tenzij anders aangegeven in dit hoofdstuk, verwezen naar CUR/PBV-Aanbeveling 78.

6.1.1 *Vlakheid*

De vlakheid van de ondergrond en vloer moet voldoen aan hetgeen overeengekomen is in 4.2.

De vlakheid van beschermlagen moet ten minste voldoen aan de vlakheidseis die is gesteld aan de ondergrond waarop de beschermlaag is aangebracht.

6.1.2 *Afschot*

Het afschot moet ten minste gelijk zijn aan de bij het ontwerp van de voorziening aangehouden en/of overeengekomen waarde en mag ten hoogste + 10% en – 0% afwijken van de ontwerpwaarde. In geen van de gevallen mag het afschot van de voorziening aflopen.

Het afschot moet worden bepaald door middel van waterpassing en moet eenmaal per 100 m² worden bepaald met ten minste drie bepalingen voor de gehele voorziening.

6.1.3 *Laagdikte*

De laagdikte moet eenmaal per 100 m² worden bepaald met ten minste drie bepalingen voor de gehele voorziening. De laagdikte mag nergens minder zijn dan de overeengekomen laagdikte en mag ten hoogste 10 mm groter zijn.

6.2 *Zandbed*

Van het aan te brengen zandbed moet per 50 m² aangebracht zandbed ten minste eenmaal de verdichtingsgraad worden bepaald per aaneengesloten verhardingsoppervlak volgens 8.1 en daarbij voldoen aan de Standaard 2000, 22.02.06, lid 04 t.m. 06. Het aantal bepalingen per aaneengesloten verhardingsoppervlak moet ten minste drie bedragen.

Profielhoogte

De bovenzijde van het zandbed mag ten opzichte van het voorgeschreven profiel ten hoogste 10 mm lager liggen. De bovenzijde van het zandbed mag nergens 10 mm hoger liggen dan het voorgeschreven profiel.

De afwijking van de laagdikte van het zandbed mag ten hoogste 10 mm bedragen voor de voorgeschreven laagdikte tot 250 mm en ten hoogste 20 mm bij een laagdikte groter dan 250 mm.

6.3 *Fundering*

6.3.1 *Fundering op palen*

De aanleg van funderingen op palen moet voldoen aan NEN-EN 12699 of NEN-EN 1536.

6.3.2 *Fundering op staal*

Een fundering op staal (elastische ondersteuning van verhardingen) kan bestaan uit ongebonden of gebonden materiaal.

6.3.2.1 *Ongebonden funderingen*

Van de aan te brengen fundering moet per 50 m² aangebrachte fundering ten minste eenmaal de verdichtingsgraad worden bepaald met ten minste drie metingen per aaneengesloten verhardingsoppervlak volgens 8.1.

De verdichtingsgraad van zand, bepaald volgens 8.1: methode A of B, moet voldoen aan de Standaard 2000, 22.02.06, lid 04 t.m. 06; bepaald volgens methode C moet voldoen aan de Standaard 2000, 24.02.06, lid 02.

De verdichtingsgraad van steen of steenachtige materialen, bepaald volgens 8.1: methode A of B, moet voldoen aan de Standaard 2000, 28.12.01, lid 02.

Overige ongebonden funderingen moeten voldoen aan de eisen die in de ontwerpfase zijn aangenomen en/of staan voorgeschreven in bestek en tekeningen.

6.3.2.2 Gebonden funderingen

Schraal beton

Voordat mag worden begonnen met het aanbrengen en verdichten van schraal beton moet de ondergrond (ongebonden materiaal) worden bevochtigd. Volgens het voegenpatroon in de aan te brengen vloer moet door middel van bijvoorbeeld kerven de samenhang van het verdichte schraal beton worden verbroken tot een diepte van ten minste 40% van de laagdikte van het schraal beton. De ligging van de gekerfde voegen in het schraal beton mag niet meer afwijken dan 50 mm van de ligging van de voegen in de vloer.

Binnen één uur na het aanbrengen en verdichten moet het schraal beton worden nabehandeld om uitdroging te voorkomen.

Toelichting

In sommige gevallen is het niet mogelijk binnen één uur na aanbrengen en verdichten te starten met de nabehandeling. Dit is afhankelijk van de betonsamenstelling en de omstandigheden.

De fundering moet voldoen aan de eisen die in de ontwerpfase zijn vastgesteld en/of zijn voorgeschreven in bestek en tekeningen.

Zandcement of asfaltgranulaatcement

Het verwerken en verdichten van een zandcement- of asfaltgranulaatcementmengsel moet plaatshebben binnen de door de leverancier gestelde verwerkingstijd. De opslag tot aan verwerking moet plaatshebben onder geconditioneerde omstandigheden, waarbij kluitvorming moet worden voorkomen.

Bij opslag en transport mag geen vermenging met andere materialen ontstaan.

Volgens het voegenpatroon in de toekomstige vloer moet door middel van bijvoorbeeld kerven de samenhang van het verdichte mengsel worden verbroken tot een diepte van ten minste 40% van de dikte van de funderingslaag.

De ligging van de gekerfde voegen in het mengsel mag niet meer afwijken dan 50 mm van de ligging van de voegen in de vloer.

Binnen één uur na het aanbrengen en verdichten moet het zand-cementmengsel worden nabehandeld om uitdroging te voorkomen. Het verwerken en verdichten van asfaltgranulaatcement moet worden uitgevoerd conform de eisen volgens de Standaard 2000, 28.22.04 en 28.22.06.

Per 50 m² aangebracht mengsel moet ten minste eenmaal de verdichtingsgraad worden bepaald volgens 8.1 met ten minste drie metingen per aaneengesloten verhardingsoppervlak.

De verdichtingsgraad van het zandcement, bepaald overeenkomstig 8.1: methode A of B, moet voldoen aan de Standaard 2000, 28.22.05, lid 03.

De indringingsweerstand van het zandcement direct na het verdichten, bepaald volgens 8.1: methode C, moet voldoen aan de eis voor zand overeenkomstig Standaard 2000, 24.02.06, lid 02.

De verdichtingsgraad van het asfaltgranulaatcement, bepaald overeenkomstig 8.1: methode A of B, moet voldoen aan de Standaard 2000, 28.22.04, lid 04.

Profielhoogte zandbed en fundering

De bovenzijde van het zandbed en de fundering mag ten hoogste 10 mm lager liggen dan het voorgeschreven peil. De bovenzijde van de fundering mag nergens hoger liggen dan het voorgeschreven peil.

De laagdikte van de fundering mag bij een voorgeschreven laagdikte tot 250 mm, ten hoogste 10 mm afwijken van de overeengekomen waarde. Bij een voorgeschreven laagdikte groter dan of gelijk aan 250 mm mag de laagdikte ten hoogste 20 mm afwijken van de overeengekomen waarde.

6.4 *Aanleg vloeistofdichte voorziening van ter plaatse gestort beton*6.4.1 *Bekisting*

De bekisting moet voldoen aan NEN 6722. Bekistingen, ook elementen van vooraf vervaardigd beton die als bekisting worden gebruikt, moeten plaatsvast zijn gesteld.

6.4.2 *Werkvloer*

Bij de toepassing van wapening moet een werkvloer worden aangebracht, waarbij de volgende constructies zijn toegestaan:

- ongebonden fundering in combinatie met een betonnen werkvloer;
- ongebonden, vlakke mengkorrelmix- of betonkorrelmix-werkvloer met een minimale dikte van 150 mm;
- zandcement-stabilisatielaag van ten minste 50 mm dikte;
- werkvloer van vloeispecie of schuimbeton.

Bij bovenstaande uitvoeringsvarianten moet de dekking van de wapening op een zodanige wijze zijn gewaarborgd, dat de wapening, deuvels en dergelijke voldoende stabiel kunnen worden gesteld en tijdens het storten van de voorziening niet verplaatsen. De afstandhouders van de wapening mogen niet ten gevolge van de stortwerkzaamheden in het oppervlak van de werkvloer worden gedrukt, zodat eisen worden gesteld aan de drukvastheid van de werkvloer. Andere uitvoeringsvarianten zijn toegestaan, mits aan voorgaande voorwaarden wordt voldaan.

Betonnen werkvloeren moeten voldoen aan 8. van NEN 6722, met uitzondering van de toelichting bij 9.1.

Indien geen wapening wordt toegepast (met staalvezel versterkte betonspecie valt ook onder de categorie niet-gewapende voorzieningen) is een werkvloer van zand toegestaan.

6.4.3 *Wapening*

Constructieve wapening moet worden aangebracht overeenkomstig 10.2 van NEN 6722 (buigen, vlechten, verbinden, afstandhouders). De betondekking (onder- en bovendekking) op het wapeningsstaal moet voldoen aan NEN 6720, 9.2.

6.4.4 *Deuvels*

Deuvels moeten parallel aan het bovenvlak, in het midden van de vloer worden aangebracht.

De afwijking in horizontale- en verticale ligging van de deuvels mag ten hoogste 20 mm bedragen.

De deuvels moeten recht en glad zijn, zonder bramen aan de einden en over de gehele lengte zijn voorzien van een coating.

Deuvels moeten zo zijn geplaatst dat krimp van de vloer op kruisingen van voegen niet wordt belemmerd.

6.4.5 *Koppelstaven*

Koppelstaven moeten parallel aan het bovenvlak, in het midden van de draagvloer worden aangebracht.

De afwijking in horizontale- en verticale ligging van de koppelstaven mag ten hoogste 20 mm bedragen. De ligging van de koppelstaven ten opzichte van voegkruisingen, mag

lengteveranderingen loodrecht op de koppelstaven niet verhinderen. Koppelstaven moeten alleen worden toegepast op plaatsen waar het uitdrijven van gedeelten van de vloeistofdichte voorziening gevaar van schade oplevert.

6.4.6 *Bevochtiging ondergrond*

Om een goede draagkracht van de ondergrond te waarborgen en verstuiving tegen te gaan, moet deze aardvochtig zijn. Dit geldt tijdens de verdichting, eventueel tijdens het vlechten (indien van toepassing) en ook tijdens het storten.

Toelichting

Er is sprake van een droge ondergrond als deze stuift (bij zand of puin). Indien een betonnen werkvloer is toegepast, is bevochtigen niet nodig. Het gebruik van een kunststoffolie is ook mogelijk. In het laatste geval verdient het aanbeveling het gebruik hiervan met de constructeur af te stemmen.

6.4.7 *Verwerken betonspecie*

Betonspecie moet worden geleverd volgens NEN 3502 en worden aangebracht overeenkomstig 12.3 van NEN 6722. Indien de vloer monolitisch moet worden afgewerkt, moet ook worden voldaan aan NEN 2743.

Bij weeffase 2 en hoger alsmede bij neerslag mag geen betonspecie worden verwerkt, tenzij passende maatregelen worden genomen om het beton tegen weersinvloeden te beschermen.

Bij buitentemperaturen hoger dan 25 °C mag de specietemperatuur bij aflevering op het werk ten hoogste 25 °C bedragen. Ter verificatie hiervan moet de temperatuur van de betonspecie bij aflevering worden gemeten met een nauwkeurigheid van 0,5 °C.

Behalve onder winterse omstandigheden (weeffase 4 of 5) moet het betonoppervlak gedurende de eerste drie tot vijf dagen na het storten van de voorziening ook worden geïsoleerd indien het verschil tussen de gemiddelde dag- en nachttemperatuur groter is dan 10 °C. Hiertoe moeten voor het storten van de voorziening weerrapporten worden opgevraagd die de dag- en nachttemperaturen voor de eerste drie tot vijf dagen na de geplande stortdatum aangeven.

Indien werkzaamheden moeten worden uitgevoerd onder omstandigheden die in strijd zijn met 12.5 van NEN 6722, moeten maatregelen worden genomen om het beton tegen de genoemde weersinvloeden te beschermen.

Toelichting

Te overwegen is een tent over de verharding te plaatsen, waarbinnen de omstandigheden voor storten en verharderen van het beton kunnen worden geconditioneerd.

Om oppervlakschade door regen te voorkomen, kan het oppervlak bijvoorbeeld met zeilen worden beschermd.

Een bevroren ondergrond wordt bij dooi eerst in de bovenste laag nat. Dat water kan niet naar beneden worden afgevoerd omdat de diepere lagen nog bevroren zijn. Dit zogenoemde opdooien veroorzaakt in veel gevallen ongelijkmatige zettingen en/of scheuren.

6.4.8 *Verdichten betonspecie*

De methode van verdichten moet voldoen aan bijlage A van NEN 6722. Het verdichten van de betonspecie moet voldoen aan 12.4 van NEN 6722. Op plaatsen waar niet kan worden verdicht met grote trilapparatuur, zoals bij aansluitingen met pompeilanden, moet worden verdicht met een kleine trilnaald of trilbalk.

6.4.9 *Afwerking*

De methode van afwerken van het oppervlak mag geen nadelige invloed hebben op de eigenschappen en vlakheid van het betonoppervlak. Het afwerken van een monolitisch afgewerkte betonvloer moet plaatshebben volgens NEN 2743.

Toelichting

Het inbrengen van overmatige energie in het oppervlak door bijvoorbeeld vlinderen en trillen kan leiden tot ontmenging met een slechte toplaag tot gevolg. Van belang is om de definitieve afwerking af te stemmen met de gebruiker.

6.4.10 Nabehandelen

Nabehandeling moet plaatshebben volgens Bijlage B van NEN 6722, en in het geval van een monolitisch afgewerkte betonvloer volgens NEN 2743.

In afwijking of aanvulling daarop geldt:

- het nabehandelen moet aanvangen direct na het afwerken;
- het nabehandelen moet duren tot 70% van de karakteristieke kubusdruksterkte is bereikt of gedurende ten minste zeven verhardingsdagen met een gemiddelde etmaaltemperatuur van ten minste 10 °C.

Het functioneren van de nabehandeling moet dagelijks visueel worden gecontroleerd, waarbij gedurende de nabehandelingstijd moet worden voldaan aan de eisen in NEN 6722 of NEN 2743.

6.5 Aanleg vloeistofdichte voorziening van geprefabriceerde betonelementen**6.5.1 Elementen**

Elementen moeten conform de voorschriften van de producent/leverancier worden gelegd en moeten niet kunnen worden bewogen voordat de voegen tussen de elementen zijn gevuld.

De breedte van de voegsponning moet worden afgestemd op de grootte van de te verwachten beweging in de voeg, met een minimum van 8 mm.

6.5.2 Kantopsluitingen

Kantopsluitingen moeten worden aangebracht conform de overeengekomen werktekeningen, met inachtneming van de Standaard RAW-bepalingen. De kantopsluiting moet zo zijn gedimensioneerd dat de stabiliteit van de elementen in horizontale zin is gewaarborgd.

Kantopsluitingen uitgevoerd met opsluitbanden moeten vanaf de bovenzijde van de band 10 tot 20 mm boven de bovenzijde van de elementen liggen.

Bij een kantopsluiting die onderdeel uitmaakt van de vloeistofdichte voorziening, moet de breedte van de voegsponning tussen de elementen van de kantopsluiting en de aansluitingen van de kantopsluitingen met de vloeistofdichte elementen van de vloer of verharding, ten minste 10 mm en ten hoogste 20 mm bedragen.

De uitvoering van de sponning moet zodanig zijn dat een blijvend elastische voegvulling kan worden aangebracht tussen de banden onderling en bij de aansluiting op de vloeistofdichte verharding.

6.5.3 Passtukken

Passtukken kunnen worden gezaagd. De afmeting van gezaagde passtukken moet zodanig zijn dat bij verwerking ervan de vloeistofdichtheid van de voorziening is gewaarborgd.

Vloeistofdichte elementen die in hetzelfde horizontale vlak of hoger liggen dan de aansluitende bouwdelen moeten worden voorzien van een vellingkant. Op de gezaagde kant moet een vellingkant worden aangebracht onder 45° met een vlakbreedte van 5 mm (fig. 5).

Bij vloeistofdichte elementen die lager liggen dan het horizontale vlak van aansluitende, niet-vloeistofdichte bouwonderdelen, is het aanbrengen van een vellingkant niet noodzakelijk.

De breedte van de voegsponning bij aansluitingen tussen passtukken en andere aansluitende delen van de vloeistofdichte verharding moet ten minste 10 mm en mag ten hoogste 20 mm bedragen. De wijze van uitvoering moet zodanig zijn dat een blijvend elastische voegvulling kan worden aangebracht.

6.6 Applicatie voegvullingsmassa

6.6.1 Applicatie primer

De primer moet geschikt zijn voor het materiaal waarop het wordt aangebracht. De temperatuur van de hechtvlakken moet op het moment van verwerken van de primer ten minste 3 °C hoger zijn dan de temperatuur waarbij, bij de heersende luchtvochtigheid, oppervlaktecondensatie optreedt. De primer moet verder overeenkomstig de voorschriften van de producent/leverancier van de voegvullingsmassa worden verwerkt. De omstandigheden dienen conform deze paragraaf te worden bepaald.

Beproevingmethode

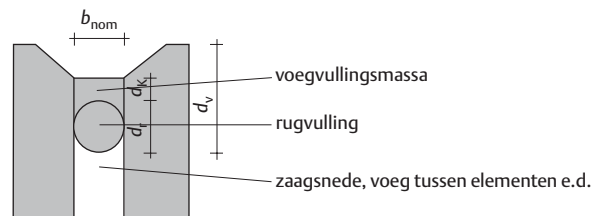
De oppervlakte- en luchttemperatuur moeten worden gemeten met een temperatuurmeter met een onnauwkeurigheid van ten hoogste 0,5 °C. Het vochtgehalte moet gravimetrisch worden bepaald of met een vochtmeter gebaseerd op weerstandsmeting, met een onnauwkeurigheid van ten hoogste 0,1% (m/m). De luchtvochtigheid moet worden gemeten met een hygrometer met een onnauwkeurigheid van ten hoogste 5% R.V. De toe te passen meetapparatuur moet met de producent/leverancier van het aan te brengen materiaal worden overeengekomen.

Aantal bepalingen

De oppervlaktetemperatuur, luchttemperatuur, het vochtgehalte van de ondergrond en de luchtvochtigheid moeten 1 uur voor aanvang van het werk worden gemeten en vervolgens eenmaal per twee uur. Op basis van de ondergrondtemperatuur, de luchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid moet de temperatuur worden bepaald waarbij, bij de heersende luchtvochtigheid, oppervlaktecondensatie optreedt.

6.6.2 Aanbrengen rugvulling

Voor het aanbrengen van de voegvullingsmassa, moet de voeg worden voorzien van een rugvulling. De rugvulling moet zodanig worden geplaatst, dat kan worden voldaan aan de eis ten aanzien van de dikte van de voegvullingsmassa (fig. 10). De eigenschappen van de rugvulling moeten voldoen aan het voorschrift van de producent/leverancier van de voegvullingsmassa.



Figuur 10 Aanbrengen voegvullingsmassa en rugvulling

6.6.3 Applicatie voegvullingsmassa

De dikte van de voegvullingsmassa moet voldoen aan:

$$d_k = \frac{b_{\text{nom}}}{3} + 6 \text{ mm}$$

waarin:

d_k is de dikte van de voegvullingsmassa, in mm;

b_{nom} is de vereiste voegbreedte, in mm.

De temperatuur van de hechtvlakken moet op het moment van verwerken van de voegvullingsmassa ten minste 3 °C hoger zijn dan de temperatuur waarbij, bij de heersende luchtvochtigheid, oppervlaktecondensatie optreedt. De omstandigheden dienen te worden bepaald zoals beschreven in 6.6.1. De voegvullingsmassa moet ten minste 2 mm onder de bovenzijde van de voorziening worden aangebracht.

De voorziening mag pas worden belast na een door de producent/leverancier van de voegvullingsmassa op te geven uithardingstijd, rekening houdend met de vastgestelde omgevingstemperaturen.

6.7 *Beschermlagen*

6.7.1 *Ondergrond*

6.7.1.1 *Treksterkte*

De huidtreksterkte van de ondergrond, bepaald volgens 9.2.1 van CUR/PBV-Aanbeveling 64, moet zodanig zijn dat deze overeenkomt met de door de producent/leverancier opgegeven waarde. Tevens moet deze zodanig zijn dat de vereiste hechting van $0,6 \text{ N/mm}^2$ kan worden gerealiseerd. De hechtsterkte van dekvloeren of beschermlagen moet worden bepaald volgens 9.3 van CUR/PBV-Aanbeveling 64.

De ondergrond moet zodanig worden voorbehandeld dat deze geschikt is om een voorziening te leveren die voldoet aan deze Aanbeveling. Hierbij wordt onder meer gedacht aan:

- het repareren en reinigen;
- het behandelen van de ondergrond.

6.7.1.2 *Repareren*

Het repareren van een ondergrond waarop de laag wordt aangebracht die de vloeistofdichtheid van de voorziening moet waarborgen, moet plaatshebben overeenkomstig de eisen in deze Aanbeveling. De toe te passen reparatiemethode moet vooraf schriftelijk zijn overeengekomen.

Na het repareren moet het oppervlak van de ondergrond voldoen aan de eisen die hieraan in deze Aanbeveling zijn gesteld of de voorschriften van de producent/leverancier van de aan te brengen vloeistofdichte laag.

Het repareren van betonnen vloeren of -verhardingen moet plaatshebben overeenkomstig:

- CUR-Aanbeveling 53 bij gebruik van spuitbeton of gespoten cementgebonden mortels;
- CUR-Aanbeveling 54 bij gebruik van handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels;
- CUR-Aanbeveling 55 bij gebruik van kunstharsgebonden mortels.

6.7.2 *Applicatie*

Cementgebonden dekvloeren moeten worden aangebracht conform de voorschriften van de leverancier. In het geval van een kunstharsgebonden bescherm laag moet worden voldaan aan de eisen volgens CUR/PBV-Aanbeveling 64. Voor giet- en walsasfalt wordt verwezen naar de BRL 2372.

6.8 *Oplevering*

Het tijdstip waarop de vloeistofdichte voorziening in gebruik kan worden genomen, moet worden overeengekomen.

Toelichting

Vaak wordt het tijdstip van ingebruikname al in de ontwerpfase besproken, echter het definitieve tijdstip kan pas worden bepaald nadat de voorziening is aangelegd.

Vlakheid

De vlakheid van het oppervlak moet worden gecontroleerd volgens en voldoen aan de eisen van 6.1.

Afschot

Het afschot van de voorziening moet voldoen aan het ontwerp en binnen de toleranties van 6.1 vallen.

Dikte

De dikte van de voorziening moet voldoen aan de in 6.1 gestelde eisen.

Vloeistofdichtheid

Het beproeven op vloeistofdichtheid tijdens of na de uitvoering heeft alleen te worden uitgevoerd bij gerede twijfel aan de vloeistofdichtheid van de voorziening.

De vloeistofdichtheid van cementgebonden materialen moet worden beoordeeld op basis van CUR/PBV-Aanbeveling 63. De gemeten gemiddelde indringingsdiepte mag nergens groter zijn dan de in de ontwerpfase vastgestelde gemiddelde indringingsdiepte. Indien de gemeten indringingsdiepte groter is, moet worden gecontroleerd of de constructie nog kan voldoen aan de overeengekomen referentieperiode.

De vloeistofdichtheid van kunstharsgebonden vloersystemen moet worden beproefd en beoordeeld op basis van CUR/PBV-Aanbeveling 64.

Giet- en walsasfalt moet worden beproefd en beoordeeld overeenkomstig 4.15.5 van BRL 2372.

7 Herstelwerkzaamheden

7.1 Algemeen

Dit hoofdstuk bevat eisen voor de te gebruiken materialen en werkwijze bij herstel van gebreken in de voorziening die van invloed zijn op de vloeistofdichtheid. Het vaststellen van de gebreken moet plaatshebben overeenkomstig CUR/PBV-Aanbeveling 44.

Toelichting

Bij de keuze van de reparatiemethode kan gebruik worden gemaakt van het inspectierapport dat is opgesteld door de Deskundig Inspecteur.

Ter voorbereiding van de werkzaamheden moet in elk geval zijn vastgelegd:

- specificaties van alle toe te passen materialen;
- plaats van de te herstellen onderdelen van de voorziening;
- detaillering van de voorgenomen herstelwerkzaamheden;
- verwerkingsvoorschriften en (voor)behandeling ten behoeve van de gewenste hechting en dergelijke.

Met de opdrachtgever moet ten minste worden overeengekomen:

- de te herstellen onderdelen van de voorziening;
- de verwachte referentieperiode van de voorziening na herstel;
- indien van toepassing de gewenste vlakheid en/of stroefheid van de vloer of verharding.

7.2 Keuze materialen

Van de materialen die bij de reparatie worden gebruikt, moet worden aangetoond dat deze gedurende de afgesproken referentieperiode van de voorziening vrij blijven van scheurvorming en hechtingsverlies. Voor materialen die de vloeistofdichtheid moeten waarborgen, geldt dat moet worden aangetoond dat het materiaal bestand is tegen en voldoende dicht is voor de voorkomende (vloeistof)stoffen. Als het niet mogelijk is te voldoen aan de gestelde eisen gedurende de afgesproken resterende referentieperiode, moet worden aangegeven wanneer de materialen moeten worden vervangen om te voldoen aan de eisen ten aanzien van de vloeistofdichtheid.

7.3 *Scheuren*

Vastgesteld moet worden of sprake is van bewegende of niet-bewegende scheuren. Als dit niet bekend is, moet worden uitgegaan van een bewegende scheur.

Toelichting

De werking van een scheur kan worden vastgesteld door nader onderzoek met een glasplaatje of gips.

7.3.1 *Niet-bewegende scheuren*

Voor het repareren van niet-bewegende scheuren moet één methode of een combinatie van onderstaande reparatiemethoden worden toegepast:

- het injecteren van de scheur overeenkomstig CUR-Aanbeveling 56, waarbij aan het betonoppervlak 100% vullingsgraad moet worden gerealiseerd;
- het herstellen van het oppervlak ter plaatse van de scheur overeenkomstig:
 - CUR-Aanbeveling 54 bij gebruik van een cementgebonden mortel;
 - CUR-Aanbeveling 55 bij gebruik van een kunstharsgebonden mortel.
 Ten behoeve van de reparatie moet de scheur zo worden verbreed en verdiept dat de materialen overeenkomstig de eisen in de betreffende Aanbeveling of de eisen van de producent/leverancier kunnen worden aangebracht;
- het opslippen van de scheur tot ten minste 4 mm en afdichten met een geschikte voegvullingsmassa;
- een reparatiemethode voor bewegende scheuren.

7.3.2 *Bewegende scheuren*

Voor het repareren van bewegende scheuren moet één methode of een combinatie van onderstaande reparatiemethoden worden toegepast:

- Afdichting met blijvend elastische voegvullingsmassa
 Hierbij moet de breedte van de scheur aan de bovenzijde door slijpen of zagen worden vergroot tot een breedte van ten minste 8 mm en ten hoogste 20 mm en een diepte van ten minste 12 mm. Het eventueel grillige verloop van de scheur moet hierbij worden gevolgd. Vervolgens moet op de bodem van de ontstane sleuf een hechtonderbreking worden aangebracht, bijvoorbeeld in de vorm van een zelfklevende tape. De voegvullingsmassa moet worden aangebracht tot circa 2 mm onder de bovenzijde van de vloer of verharding. Een eventueel aan te brengen bescherm laag mag alleen worden doorgezet over de afgedichte scheur als het systeem de verwachte vervorming kan opvangen/overbruggen en de leverancier van het systeem hiermee akkoord is.
- Aanbrengen van een brugvoeg
 De ondergrond waarop de brugvoeg wordt aangebracht, moet worden voorbehandeld overeenkomstig de voorschriften van de producent/leverancier. Vervolgens moeten de materialen in de volgorde en op een wijze worden aangebracht zoals voorgeschreven door de producent/leverancier. In het voegmateriaal moet een strook wapening worden opgenomen. De brugvoeg mag worden afgewerkt met een elastische bescherm laag onder voorwaarde dat het systeem de nog verwachte vervorming kan opvangen en de leverancier van het systeem hiermee akkoord is.

7.4 *Afgesprongen delen of randen*

Afgesprongen delen en randen moeten worden gerepareerd met één of een combinatie van de volgende materialen en technieken en bijbehorende Aanbeveling:

- een cementgebonden reparatiemortel: CUR-Aanbeveling 54;
- een kunstharsgebonden reparatiemortel: CUR-Aanbeveling 55;
- een vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersysteem: CUR/PBV-Aanbeveling 64;
- overige materialen en verwerkingsmethodes overeenkomstig deze Aanbeveling.

- 7.5 *Betonvloeren en cementgebonden dekvloeren*
 Het repareren van betonvloeren of -verhardingen en cementgebonden dekvloeren, moet plaatshebben overeenkomstig:
- CUR-Aanbeveling 53 bij gebruik van spuitbeton of gespoten cementgebonden mortels;
 - CUR-Aanbeveling 54 bij gebruik van handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels;
 - CUR-Aanbeveling 55 bij gebruik van kunstharsgebonden mortels.
- 7.6 *Kantelen/wippen van elementen*
 Indien elementen bij belasting gaan kantelen/wippen moet dit worden hersteld door:
- het opnemen en opnieuw leggen van de betreffende elementen, inclusief het herstellen van de bijbehorende voegafdichtingen;
 - het vervangen van de elementen;
 - het door middel van injectie opvullen van holle ruimten die het kantelen/wippen mogelijk maakten.
- 7.7 *Voegafdichtingen en aansluitingen*
 Afdichtingen van voegen en/of aansluitingen die gebreken vertonen, moeten ter plaatse van de gebreken worden vervangen. Bij het herstellen moet worden voldaan aan de eisen gesteld voor voegvullingsmassa en de applicatie in deze Aanbeveling.
- 7.8 *Beschermlagen*
 Slijtage aan of hechtungsverlies van beschermlagen moet worden gerepareerd door het plaatselijk opnieuw aanbrengen van een beschermlaag over de bestaande laag of het vervangen van de beschermlaag. Bij slechte hechting moet deze eerst worden hersteld, tenzij hechting niet noodzakelijk is.

Dilatatievoegen in de ondergrond moeten in het systeem worden doorgezet. Indien wordt verwacht dat het systeem de vervormingen kan opvangen, mag het systeem worden doorgezet over de dilatatievoeg.

Kunstharsgebonden beschermlagen

Het repareren van kunstharsgebonden beschermlagen moet plaatshebben overeenkomstig CUR/PBV-Aanbeveling 64.

Gietasfalt

Rondom de plaats met schade moet het gietasfalt tot ten minste 50 mm buiten de plaats met schade worden ingezaagd en verwijderd. Het te repareren oppervlak moet hierbij worden vergroot tot ten minste 250 x 250 mm². De zaagranden van het gietasfalt moeten worden afgeschuind met behulp van een brander, waarna nieuw gietasfalt moet worden aangebracht.

De lassen tussen de bestaande vloer en de nieuwe laag moeten worden opgewarmd en met een troffel worden ingestoken en doorkneed, zodat een homogene verbinding ontstaat.

Het oppervlak van de reparatie moet worden gladgestreken en met zilvezand worden ingeschuurd.

Toelichting

Bij het gebruik van een brander is het van belang verbranding van bitumen te voorkomen.

Walsasfalt

Het repareren van walsasfalt moet zodanig plaatshebben dat wordt voldaan aan de eisen uit BRL 2372.

Keramik

Bij beschadiging van keramisch tegelwerk dient deze te worden vervangen. Beschadigde voegen tussen het tegelwerk moeten worden vervangen.

7.9 Ingebruikneming

Het tijdstip waarop de herstelde vloeistofdichte voorziening in gebruik kan worden genomen, moet worden overeengekomen.

8 Beproevingsmethoden**8.1 Verdichtingsgraad en draagkracht funderingen op staal**

De verdichtingsgraad moet op één van de volgende wijzen worden bepaald.

Methode A

Met behulp van de steekring- of zandvervangingsmethode.

Methode B

Met behulp van nucleaire metingen.

Omdat de op nucleaire wijze bepaalde dichtheid relatief is, moet de correlatie bekend zijn tussen de nucleair gemeten dichtheid en de absolute waarde van de dichtheid bepaald volgens methode A. De verdichtingsgraad moet worden bepaald op basis van de in-situ-dichtheid en de maximale proctordichtheid.

Methode C

Met behulp van een continu registrerend handsondeerapparaat.

Het meetbereik van het sondeerapparaat moet minste 5 MPa bedragen en het dieptebe-
reik moet ten minste 0,60 m zijn. Het sondeerapparaat moet zijn voorzien van een
conusoppervlak van $(100 \pm 5) \text{ mm}^2$ met een tophoek van $(60 \pm 1)^\circ$.

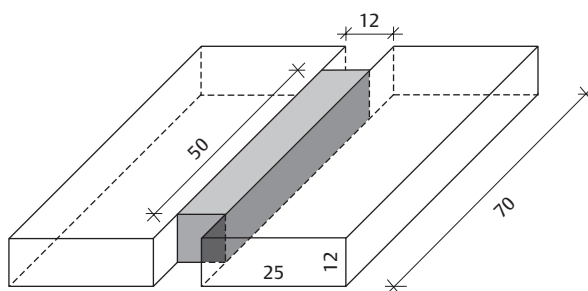
8.2 Voegvullingsmassa**8.2.1 Vervaardigen proefstukken****Duurzaam toelaatbare vervorming****Elasticiteitsmodulus en hechting**

De volgende handelingen moeten in drievoud worden verricht.

Tussen twee evenwijdige rechthoekige proefstukken met afmetingen van $70 \times 25 \times 12 \text{ mm}^3$ van het te onderzoeken materiaal van de ondergrond moet een open voeg worden gevormd, breed $(12 \pm 1) \text{ mm}$, diep $(12 \pm 1) \text{ mm}$ en lang $(50 \pm 5) \text{ mm}$ (fig. 11).

Tevens moeten de proefstukken wat betreft vorm en uiterlijk voldoen aan DIN 52455, deel 1.

De uiteinden van de voeg moeten worden afgesloten met een materiaal waaraan de voegvullingsmassa niet hecht, bijvoorbeeld polyethyleen. Indien dit door de producent/leverancier is voorgeschreven, moeten de hechtvlakken worden behandeld met een voorstrijkmiddel. De voeg moet geheel worden gevuld met de voegvullingsmassa.



Figuur 11 Proefstukken ter bepaling van de elasticiteitsmodulus en hechting

Bestandheid

De proefstukken voor het bepalen van de bestandheid moeten worden vervaardigd door een circa 2 mm dikke laag voegvullingsmassa in een open raammatrijs van circa $150 \times 150 \times 2 \text{ mm}^3$ aan te brengen op een vel papier waaraan de voegvullingsmassa niet hecht. Vervolgens moet het pakket onder lichte druk tussen twee persplaten worden geplaatst. Na volledige uitharding moeten drie cirkelvormige proefstukken met een middellijn van $(30 \pm 1) \text{ mm}$ uit de voegvullingsmassa worden gestanst.

Volumeverandering

De proefstukken voor het bepalen van de volumeverandering moeten worden vervaardigd overeenkomstig DIN 52451.

Terugvering

De proefstukken voor het bepalen van de terugvering moeten worden vervaardigd overeenkomstig de wijze zoals beschreven onder 'Elasticiteitsmodulus en hechting'.

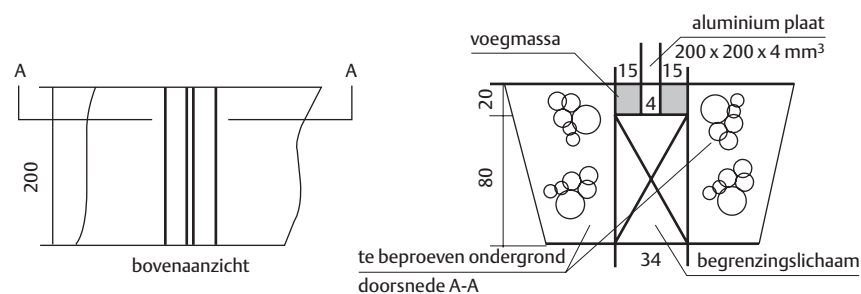
Afschuiving

De proefstukken voor het bepalen van de afschuiving moeten worden vervaardigd uit het materiaal of de combinatie van materialen waaruit de ondergrond in de praktijk zal bestaan en moeten een voeg vormen met een breedte van $(34 \pm 2) \text{ mm}$ en een diepte van $(100 \pm 5) \text{ mm}$ tussen twee evenwijdig naast elkaar liggende vlakken (fig. 12). Het oppervlak van de proefstukken moet ten minste $100 \times 200 \text{ mm}^2$ bedragen. Op de bodem van de voeg moet een begrenzingslichaam worden aangebracht met een hoogte van $(80 \pm 2) \text{ mm}$. De voegdiepte die hierdoor ontstaat moet $(20 \pm 1) \text{ mm}$ bedragen.

De voegbreedte die zo is ontstaan moet in twee gedeelten worden verdeeld door het plaatsen van een aluminium plaat van $200 \times 200 \times 4 \text{ mm}^3$. De uiteinden van de voeg moeten worden afgesloten met een materiaal waaraan de voegvullingsmassa niet hecht.

Beide helften van de voeg moeten worden gevuld met de voegvullingsmassa. Hierbij mag geen luchtinsluiting optreden.

Indien dit door de producent/leverancier is voorgeschreven, moeten de hechtvakken worden behandeld met een voorstrijkmiddel. Het oppervlak van de voeg moet geheel worden gevuld met de voegvullingsmassa.



Figuur 12 Proefopstelling ter bepaling van de afschuiving

8.2.2 Conditioneren proefstukken

De proefstukken moeten worden bewaard gedurende de door de producent/leverancier opgegeven tijd, die korter moet zijn dan 42 dagen maar ten minste zo lang dat de eindwaarden van de mechanische eigenschappen van de voegvullingsmassa zijn bereikt. De proefstukken moeten worden bewaard bij $(+23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ en een relatieve luchtvochtigheid van ten minste 50%.

Na de overeengekomen bewaarperiode moeten de proefstukken voor alle beproevingen worden onderworpen aan achtereenvolgens:

- 3 dagen in lucht van $(+70 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$;
- 1 dag ondergedompeld in leidingwater van $(+23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$;
- 2 dagen in lucht van $(+70 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$;
- 1 dag ondergedompeld in leidingwater van $(+23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$.

Hierna moet het materiaal aan een extra conditionering worden onderworpen die afhankelijk is van de eigenschap die moet worden bepaald.

De testvloeistof voor de verdere beproevingen op bestandheid/aantasting moet vooraf worden overeengekomen. Hierbij mag worden aangesloten bij de in CUR/PBV-Aanbeveling 64 vastgestelde testvloeistofgroepen (zie inventarisatietabel II van CUR/PBV-Aanbeveling 64).

Elasticiteitsmodulus

De extra conditionering voor het bepalen van de elasticiteitsmodulus moet drie uur bedragen bij (-20 ± 2) °C.

Duurzame hechting onder invloed van testvloeistoffen

Voor de extra conditionering voor het bepalen van de hechting onder invloed van testvloeistoffen geldt dat de proefstukken moeten worden geconditioneerd overeenkomstig 8.3 en 8.4 van DIN 52452-2. In afwijking van het gestelde in tabel 1 moeten de proefstukken 25% worden gerekt.

Hechting bij calamiteitenbelasting

De extra conditionering voor het bepalen van de hechting bij een calamiteitenbelasting moet 72 uur bedragen in de testvloeistof bij $(+23 \pm 2)$ °C.

Aantasting bij langeduurbelasting

De extra conditionering voor het bepalen van de weerstand tegen aantasting bij een langeduurbelasting door testvloeistoffen bestaat uit 24 uur onderdompeling in de testvloeistof bij $(+50 \pm 1)$ °C.

Aantasting bij calamiteitenbelasting

De extra conditionering voor het bepalen van de weerstand tegen aantasting bij een calamiteitenbelasting door testvloeistoffen bestaat uit 72 uur onderdompeling in de testvloeistof bij $(+23 \pm 1)$ °C.

Volumeverandering

De extra conditionering voor het bepalen van de volumeverandering bestaat uit 168 uur blootstellen aan een relatieve luchtvochtigheid van $(50 \pm 5)\%$.

8.2.3 *Duurzaam toelaatbare vervorming*

Beproevingmethode

De begrenzingslichamen moeten worden verwijderd, waarna het proefstuk in een trek-/drukbank wordt geplaatst. De voeg moet zonder onderbreking aan 100 trek-/drukcyclus worden onderworpen bij een temperatuur van $(+23 \pm 2)$ °C.

Een trek-/drukcyclus moet bestaan uit:

- uittrekken van de voeg in de breedte tot een breedte die gemiddeld gelijk is aan $(25 \pm 2)\%$ rek van de oorspronkelijke breedte;
- handhaven van deze rektoestand gedurende twee minuten;
- samendrukken tot $(75 \pm 2)\%$ van de oorspronkelijke breedte;
- handhaven van de druktoestand gedurende twee minuten.

De verplaatsingssnelheid moet 2 mm per minuut bedragen. Beoordeeld moet worden of scheuren ontstaan en of onthechting optreedt.

Aantal bepalingen

De duurzaam toelaatbare vervorming moet ten minste driemaal worden bepaald.

Keuringscriterium

De duurzaam toelaatbare vervorming is die vervorming waarbij geen gebreken in de voegvullingsmassa ontstaan of hechtingsverlies optreedt. Na beproeven moet worden voldaan aan de in 6.10.1 gestelde eis.

8.2.4 Elasticiteitsmodulus

Beproevingmethode

Voor beproeving moet het proefstuk na inspannen nog 10 minuten worden nageconditioneerd bij de betreffende beproevings temperatuur. Na het verwijderen van de begrenzingslichamen moet het proefstuk in een trekbank worden geplaatst. Vervolgens moet het proefstuk in de breedte met een snelheid van $(5 \pm 0,5)$ mm per minuut worden gerektd. Tijdens het beproeven moet een kracht-rekdiagram worden gemaakt, waaruit moet worden afgelezen welke kracht nodig is voor een rek van $(100 \pm 1)\%$. De elasticiteitsmodulus moet worden berekend uit:

$$E_{100\%} = F_{100\%} / A$$

waarin:

$E_{100\%}$ is de elasticiteitsmodulus, in N/mm²;

$F_{100\%}$ is de trekkracht nodig voor rek van $(100 \pm 1)\%$, in N;

A is de doorsnede van de voegvullingsmassa in onbelaste toestand, in mm².

De omgevingstemperatuur moet bij beproeving bedragen:

- (-20 ± 2) °C bij een serie van drie proefstukken;
- $(+23 \pm 2)$ °C bij een andere serie van drie proefstukken.

Aantal bepalingen

De elasticiteitsmodulus moet ten minste tweemaal worden bepaald.

Keuringscriterium

De elasticiteitsmodulus moet voldoen aan de in 6.10.2 gestelde eis.

8.2.5 Beïnvloeding hechting bij belasting door testvloeistoffen

Beproevingmethode

De begrenzingslichamen moeten worden verwijderd waarna het proefstuk in een trekbank wordt uitgerektd met een snelheid van $(5 \pm 0,5)$ mm per minuut tot een rek bereikt is van $(100 \pm 1)\%$ van de oorspronkelijke voegbreedte. Beoordeling moet plaatshebben ten minste 1 minuut en ten hoogste 2 minuten na beproeving.

Aantal bepalingen

De beoordeling van de hechting na een belasting door testvloeistoffen moet ten minste tweemaal worden uitgevoerd.

Keuringscriterium

Het resultaat van de proef moet voldoen aan de in 6.10.3 gestelde eis.

8.2.6 Volumeverandering

Beproevingmethode

De volumeverandering moet worden bepaald volgens DIN 52451.

Aantal bepalingen

De volumeverandering moet ten minste driemaal worden bepaald.

Keuringscriterium

De volumeverandering moet voldoen aan de in 6.10.4 gestelde eis.

8.2.7 *Massaverandering*

Beproevingmethode

De massaverandering van de proefstukken die zijn beproefd conform 8.2.6 moet worden bepaald op basis van NEN-ISO 1817, na droging tot een constante massa bij een temperatuur van (40 ± 1) °C.

Aantal bepalingen

De massaverandering moet ten minste driemaal worden bepaald.

Keuringscriterium

De massaverandering moet voldoen aan de in 6.10.4 gestelde eis

8.2.8 *Terugvering*

Beproevingmethode

Het proefstuk moet worden gerekend totdat de breedte tweemaal de oorspronkelijke breedte bedraagt. De reksnelheid moet $(5 \pm 0,5)$ mm per minuut bedragen. De rek moet vervolgens gedurende 24 uur gehandhaafd blijven. Vervolgens moet het proefstuk op een met talkpoeder bestrooide glasplaat worden gelegd, waarna de begrenziingslichamen moeten worden verwijderd. Na 1 uur moet de voegbreedte worden gemeten.

De terugvering moet worden berekend uit:

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \cdot 100 \%$$

waarin:

L_0 is de oorspronkelijke voegbreedte;

L_1 is de voegbreedte na uitrekken;

L_2 is de voegbreedte na terugveren.

Aantal bepalingen

De terugvering moet ten minste driemaal worden bepaald.

Keuringscriterium

De terugvering moet voldoen aan de in 6.10.5 gestelde eis.

8.2.9 *Afschuiving*

Beproevingmethode

Na het verwijderen van de begrenziingslichamen moet het proefstuk in een trekbank worden geplaatst. Het uitstekende deel van de aluminiumplaat moet symmetrisch worden ingeklemd. Beide proefstukken moeten worden vastgeklemd.

Het proefstuk moet met een snelheid van $(5 \pm 0,5)$ mm per minuut worden gerekend totdat een verplaatsing is bereikt, die gelijk is aan de voegbreedte. Deze rek moet gedurende 5 minuten worden gehandhaafd.

Aantal bepalingen

Het bepalen van het gedrag bij afschuiving moet ten minste eenmaal worden uitgevoerd.

Keuringscriterium

Het resultaat van elke proef moet voldoen aan de in 6.10.6 gestelde eis.

9 Veiligheid, gezondheid en milieu

Bij de aanleg van vloestofdichte betonvloeren en -verhardingen en het aanbrengen van beschermlagen waarmee bestaande vloeren en verhardingen met een draagvloer van beton vloestofdicht worden gemaakt, moeten met betrekking tot de veiligheids-, gezondheids- en milieuaspecten, de in de bouw gebruikelijke beschermings- en voorzorgsmaatregelen worden getroffen.

In verband met enkele specifieke werkzaamheden en materialen wordt aanbevolen per geval na te gaan of aanvullende maatregelen zijn vereist.

Voor eventuele aanvullende maatregelen moeten per materiaal en uitvoeringsmethode, ten minste de veiligheidsbladen worden geraadpleegd die zijn opgesteld door de producent/leverancier.

Toelichting

Gewezen wordt op de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever/adviseur om bij voorkeur materialen en werkwijzen te kiezen waaraan geen of zo min mogelijk risico's zijn verbonden. De opdrachtgever moet in veel gevallen een veiligheids- en gezondheidsplan laten opstellen. In dit plan worden de resterende risico's geïnventariseerd. De werkgever heeft de verantwoordelijkheid voor het treffen van maatregelen in het kader van de ARBO-wet om de resterende risico's te beheersen.

Als belangrijke aandachtspunten ter bevordering van de veiligheid en gezondheid van het uitvoerend personeel worden genoemd:

- materiaalkeuze in relatie tot de risico's;
- tillen en verplaatsen van materialen en materieel;
- informeren van werknemers en omgeving;
- beveiligen van materieel en apparatuur;
- vallende en wegspringende voorwerpen;
- treffen van persoonlijke bescherming van aanwezigen tegen: trilling (sloophammers), geluid, stof, dampen en vloeistoffen (oplosmiddelen).

Voor richtlijnen voor een veilige uitvoering van de werkzaamheden kan informatie worden ingewonnen bij de Arbeidsinspectie en de Stichting Arbouw.

Titels van de vermelde normen

DafStb 09/1996	DafStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit was-sergefährdenden Stoffen, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DIN 52451:1983	Prüfung von Dichtstoffen für das Bauwesen – Bestimmung der Volumenänderung nach Tempe-raturbeanspruchung – Tauchwägeverfahren
DIN 52452-2:1993	Prüfung von Dichtstoffen für das Bauwesen; Verträglichkeit der Dichtstoffe: Verträglichkeit mit Chemicalien
NEN-EN 1338:2003	Betonstraatstenen – Eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN 1339:2003	Betontegels – Eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN 1340:2003	Betonbanden – Eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN 1536:1999	Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen
NEN-ISO 1817:1999	Gevulcaniseerde rubber – bepaling van weerstand tegen vloeistoffen
NEN 2743:2003	In het werk vervaardigde vloeren – Kwaliteit en uit-voering van monolithisch afgewerkte betonvloeren en –verhardingen
NEN 2747:2001	Classificatie en meting van de vlakheid en evenwij-digheid van vloeroppervlakten
NEN 3502:1992	Levering van beton door betonmortelbedrijven
NEN 3868:2001	Voorspanstaal
NEN-EN 206-1:2001	Beton – Deel 1: Specificaties, eigenschappen, ver-vaardiging en conformiteit
NEN 5996:1988	Bepaling van agressiviteit van waterige oplossingen, gronden en gassen, inclusief wijzigingsblad NEN 5996/A1:1997
NEN 6008:1991	Betonstaal
NEN 6702:2001	Technische grondslagen voor bouwconstructies – TGB 1990 – Belastingen en vervormingen, inclusief wijzigingsblad NEN 6702/A1:2005
NEN 6720:1995	Voorschriften beton TGB 1990 – Constructieve eisen en rekenmethoden (VBC 1995), inclusief wijzigings-blad NEN 6720/A3:2004
NEN 6722:2002	Voorschriften Beton - Uitvoering
NEN 6740:1991	Geotechniek TGB 1990 – Basiseisen en belastingen, inclusief wijzigingsblad NEN 6740/A1:1997
NEN 7030:1975	Waterkerende dilatatievoegstroken en al dan niet waterkerende oplegstroken van rubber
NEN 8005:2004	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton – Deel 1: Specificaties, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 10080 :1999	Staal voor de versterking van beton – Lasbaar beton-staal – Deel I: Algemene eisen (ontw)
NEN-EN 12699 :2001	Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Verdringingspalen

Titels van de vermelde CUR-Aanbevelingen

CUR-Aanbeveling 35	Bepaling van de buigtreksterkte, de buigtaaiheid en de equivalente buigtreksterkte van staalvezelbeton (1994)
CUR-Aanbeveling 36	Ontwerpen van elastisch ondersteunde betonvloeren en –verhardingen (2000)
CUR-Aanbeveling 42	Bepaling van de invloed van polypropyleenvezels in beton op de vorming van plastische krimpscheuren (1995)

CUR/PBV-Aanbeveling 44	Beoordeling vloeistofdichtheid van vloeistofdichte voorzieningen (2005)
CUR/PBV-Aanbeveling 51	Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsriolerings (1997)
CUR-Aanbeveling 53	Spuitbeton en gespoten, cementgebonden mortels (1997)
CUR-Aanbeveling 54	Betonreparatie met handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels (1997)
CUR-Aanbeveling 55	Betonreparatie met kunstharsgebonden mortels (1997)
CUR-Aanbeveling 56	Injecteren van scheuren in beton-constructies met kunsthars injectievloeistoffen (1997)
CUR/PBV-Aanbeveling 63	Bepaling van de vloeistofindringing in beton door de capillaire absorptieproef (1998)
CUR/PBV-Aanbeveling 64	Vloeistofdichte kunstharsgebonden bescherm lagen (derde herziene uitgave) (2004)
CUR/PBV-Aanbeveling 78	Vloeistofdichte voegconstructies in bodembeschermende voorzieningen (2001)

Titels van de vermelde Beoordelingsrichtlijnen

BRL 2316	1996	Prefab verhardingselementen van beton die vloeistofdicht zijn voor motorbrandstoffen en smeermiddelen: niet-constructieve betonproducten
BRL 2316	–	Vloeistofdichte prefab elementen
BRL 2319	2000	Aanleg vloeistofdichte voorzieningen met prefab verhardingselementen van beton
BRL 2362	1998	Aanleg vloeistofdichte voorzieningen in ter plaatse gestort beton
BRL 2368	2003	Niet-constructieve betonproducten
BRL 2371	1998	Het vloeistofdicht maken van draagvloeren van beton
BRL 2372	2003	Aanleg vloeistofdichte voorzieningen in asfalt
BRL 2813	2000	Bouwelementen van beton (met wijzigingsblad d.d. 2003-06-30)
BRL 52224	–	Aanleg van bedrijfsriolering

Overige literatuur

Braam, C.R., Bos, A.A.	Vloeistofdichte doorgaand gewapend ter plaatse gestorte betonvloeren – de scheurwijdtecontrole. <i>Cement</i> 2005, nr. 6.
Bouquet, G. Chr., Braam, C.R.	Minimum-wapeningspercentage bij beton onder trek. <i>Cement</i> 2003, nr. 8.
CUR/PBV-rapport 98-2	Vloeistofindringing in beton. Achtergrondrapport bij CUR/PBV-Aanbeveling 63. CUR, Gouda, 1998.
CUR/PBV-rapport 196	Ontwerp en detaillering bodembeschermende voorzieningen. CUR, Gouda, 2000.
Flyer	Beton als beschermer van het milieu. <i>Cement</i> 2000, nr. 5.
CROW-publicatie 25	Handleiding ontwerp van wegen in betonsteen. CROW, Ede, 1989.
CROW-publicatie 42	Dimensionering van betonsteenverhardingen voor wegen. CROW, Ede, 1991.
Standaard 2000	Standaard RAW-bepalingen. CROW, Ede, 2000.

Nederlandse normen, voornormen en NAD's zijn een uitgave van de stichting Nederlands Normalisatie-instituut (NEN), Vlinderweg 6, postbus 5059, 2600 GB Delft. Bestellingen bij NEN, verkoop- en informatielijn, tel. 015 - 2690391.

Alle PBV-publicaties, inclusief de vermelde Flyer 'Beton als beschermer van het milieu', kunnen worden gedownload vanaf de PBV-website: www.bodembescherming.nl

Bijlage A Randvoorwaarden betonmengsels voor vloeistofdichte betonconstructies

Voor betonmengsels waarvoor de 'bovenzijde' vloeistofintringingskarakteristiek (fig. 9) van toepassing is, zijn de randvoorwaarden:

- cementsoort: CEM II/B-V of CEM III/B;
mengsels van CEM III/B met CEM I tot een maximum van 20% CEM I;
- water-cementfactor $\leq 0,50$;
- gehalte aan cementpasta (= volume cement + volume water) $\leq 290 \text{ l/m}^3$;
- toeslagmateriaal moet een harde en dichte structuur bezitten en bestand zijn tegen chemische aantasting door de betreffende vloeistof; het dient in dit opzicht ten minste gelijkwaardig te zijn aan Nederlands rivierzand en -grind;
- korrelverdeling moet liggen binnen de in tabel 3 aangegeven bandbreedte;
- gehalte aan fijn materiaal (deeltjes $\leq 0,250 \text{ mm}$) $< 160 \text{ l/m}^3$;
- luchtgehalte van de verse, verdichte betonspecie (zonder gebruik van luchtbelvormer) $< 3\% \text{ (V/V)}$;
- verwerkbaarheid van de betonspecie moet ten minste overeenkomen met consistentiegebied 3, waarbij geen neiging tot ontmenging of waterafscheiding aanwezig mag zijn.

Tabel 3 Eisen gesteld aan de korrelverdeling (zeefrest in % m/m)

zeef (mm)	$D_{\text{max}} = 31,5 \text{ mm}$		$D_{\text{max}} = 16 \text{ mm}$	
	min.	max.	min.	max.
31,5	0	2	0	0
16	11	25	0	5
8	23	50	20	35
4	50	65	35	55
2	60	80	50	70
1	65	85	60	80
0,5	75	90	80	95
0,25	90	95	90	97
0,125	95	100	95	100

De randvoorwaarden geven uitsluitend aan voor welke betonmengsels de 'bovenzijde' karakteristiek mag worden toegepast. Door aanvullend onderzoek kunnen de betreffende randvoorwaarden zelfs worden uitgebreid.

Worden er voor de betonsamenstelling zodanige eisen gesteld dat de samenstelling buiten de randvoorwaarden valt, dan mag de 'bovenzijde' vloeistofintringingskarakteristiek niet worden toegepast.

Bron: Flyer 'Beton als beschermer van het milieu' (Cement 2000, nr. 5).

Bijlage B Belangrijke eigenschappen van vloeistoffen waarmee vloeistofdichte constructies kunnen worden belast

Tabel 4 Overzicht een aantal kengetallen van vloeistoffen bij 20 °C

stofgroep	stof	formule	dichtheid $\rho \cdot 10^{-3}$ (kg/m ³)	oppervlakte- spanning $\rho \cdot 10^{-3}$ (N/m)	dynamische viscositeit $\eta \cdot 10^{-3}$ (N·s/m ²)	$\left(\frac{\sigma}{\eta}\right)^{0,5}$ m ^{0,5} /s ^{0,5}	water- oplos- baar
Alkanen	n-Pentaaan	C ₅ H ₁₂	0,63	16,0	0,22	8,53	N
	n-Hexaaan	C ₆ H ₁₄	0,66	18,4	0,30	7,83	N
	n-Heptaaan	C ₇ H ₁₆	0,68	20,3	0,39	7,21	N
	n-Octaaan	C ₈ H ₁₈	0,70	21,8	0,50	6,60	N
	n-Nonaan	C ₉ H ₂₀	0,72	22,9	0,68	5,80	N
	n-Decaan	C ₁₀ H ₂₂	0,73	23,9	0,88	5,21	N
Ethers	Diethylether	C ₄ H ₁₀ O	0,71	17,0	0,26	8,09	N
	Di-n-propylether	C ₅ H ₁₄ O	0,74	19,5	0,44	6,66	N
	Di-n-Butylether	C ₈ H ₁₈ O	0,76	22,0	0,68	5,69	N
	Di-n-Pentylether	C ₁₀ H ₂₂ O	0,78	24,8	1,10	4,75	N
Alkoholen	Methanol	CH ₄ O	0,79	22,6	0,57	7,30	∞
	Ethanol	C ₂ H ₆ O	0,79	22,8	1,17	4,41	∞
	n-Propanol	C ₃ H ₈ O	0,80	23,8	2,13	3,34	∞
	n-Butanol	C ₄ H ₁₀ O	0,80	24,6	2,79	2,97	M
	n-Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	0,81	25,6	3,81	2,59	N
	n-Hexanol	C ₆ H ₁₄ O	0,81	26,3	5,02	2,29	N
	n-Heptanol	C ₇ H ₁₆ O	0,82	27,3	6,48	2,05	N
	n-Octanol	C ₈ H ₁₈ O	0,82	27,5	7,79	1,88	N
	n-Nonanol	C ₉ H ₂₀ O	0,83	27,5	10,13	1,65	N
	N-Decanol	C ₁₀ H ₂₂ O	0,83	27,5	12,70	1,47	N
overig	kalkwater		1,00	73	0,93	8,88	∞
	Euro 95		0,78	24	0,42	7,53	N
	dieselolie		0,84	28	3,6	2,8	N
	motorolie		0,88	31	360	0,29	N

Bron: DafStb 09/1996 en CUR/PBV-rapport 98-2

N: lost niet op in water

M: lost matig op in water

∞: lost zeer goed op in water

Met nadruk wordt erop gewezen dat deze CUR-Aanbeveling de stand van techniek en kennis weergeeft op moment van uitgifte. De CUR houdt zich dan ook aanbevolen te worden geïnformeerd over ervaringen die met het gebruik van deze Aanbeveling worden opgedaan.

CUR-Aanbevelingen worden drie jaar na publicatie geëvalueerd en, als daar aanleiding toe bestaat, geactualiseerd. Hiervan wordt melding gemaakt in de vakpers.

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CUR.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduidingen van de maker, indien deze in de bron voorkomt: "CUR/PBV-Aanbeveling 65 (tweede, herziene uitgave) "Ontwerp en aanleg van vloeistofdichte voorzieningen", september 2005, Stichting CUR, Gouda".

Aansprakelijkheid

De CUR en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en de CUR sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens CUR en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Gouda, september 2005

Het bestuur van de CUR

Stichting CUR, Büchnerweg 1, Postbus 420, 2800 AK GOUDA, tel (0182) 54 06 00