

VOBN

Monolietvloeren

Gietbouw in de utiliteitsbouw



Als het draait om solide bedrijfsvloeren

Gietbouw





► **Ontwerp en uitvoering van monoliet afgewerkte betonnen bedrijfsvloeren**



De bedrijfsvloer: basis voor gezonde bedrijfsvoering

Aan bedrijfsvloeren worden tal van eisen gesteld, daarom is het ontwerpen van een bedrijfsvloer een complexe opgave, waarbij met tal van aspecten en ontwerpcriteria rekening moet worden gehouden. Op de eerste plaats moet de ontwerper kijken naar de gebruiksfuncties van een vloer. Immers, afhankelijk van de gebruiksfunctie gelden andere criteria voor slijtvastheid, vlakheid, vloeistofdichtheid en onderhoudsmogelijkheden. Vervolgens moet de ontwerper kijken naar de constructieve functie van de vloer. Daaruit volgt het benodigde draagvermogen. Dat staat dan weer in directe relatie met de draagkracht van de ondergrond, waarbij rekening moet worden gehouden met de dynamische en statische belastingen van de vloer, met andere woorden welke eisen worden er in een specifiek geval gesteld aan sterkte en stijfheid van de vloer.

De uiteindelijke kwaliteit van de bedrijfsvloer is daarnaast sterk afhankelijk van de wijze waarop de vloer is uitgevoerd. Daarbij gaat het bijvoorbeeld over de keuze voor het toepassen van glijfolie of het maken van een werkvloer. Verder moet natuurlijk het stortplan worden bepaald en dient rekening te worden gehouden met weersomstandigheden in de bouwfase enzovoort.

Het inschakelen van specifieke deskundigheid in alle fasen van het bouwproces voor bedrijfsvloeren is noodzakelijk. Van het ontwerpen, detailleren, het bepalen van de juiste betonsamenstelling, tot het bepalen van de wijze van uitvoering en nabehandeling zal relevante kennis ingebracht moeten worden. Deze brochure zal daarbij als leidraad kunnen dienen.

Voordelen monoliet afgewerkte bedrijfsvloeren

- Snelle bouwwijze door integratie van toplaag met constructievloer
- Gecontroleerde vlakheid van de vloer
- Kwaliteit toplaag aan te passen aan eisen gebruiker (ruwheid, stroefheid etc.)
- Machinale afwerktechnieken (met vlindermachine voor schuren en polijsten)
- Makkelijk transporteerbare en verwerkbare betonmengsels
- Hoge duurzaamheid

Definitie

In het kader van deze brochure verstaan we onder een bedrijfsvloer de toepassing van een monoliet afgewerkte betonnen bedrijfsvloer gelegen in een binnenklimaat. Een monolietvloer wordt in één arbeidsgang vervaardigd, zodat de toplaag één geheel vormt met de onderliggende constructievloer.

In deze brochure bepalen wij ons tot het ontwerp en de uitvoering van bedrijfsvloeren in beton die op staal zijn gefundeerd. De constructeur zal een dergelijke bedrijfsvloer berekenen als elastisch ondersteunde betonplaat conform CUR-Aanbeveling 36.

Vrijdragende vloeren op palen of balkenrooster zijn in deze brochure niet aan de orde, ofschoon een groot deel van de uitvoeringswerkzaamheden ook van toepassing is op dergelijk betonvloeren.

Buitengelegen bedrijfsvloeren, hellingbanen, laad- en losplaatsen, laadkuilen e.d. worden als betonverhardingen aangeduid. Deze verhardingen staan bloot aan weersinvloeden en temperatuurwisselingen ten gevolge van zon, neerslag, vorst en dooizouten en dienen derhalve afzonderlijk beschouwd te worden en worden hier niet verder behandeld.

Inhoud

De bedrijfsvloer: basis voor gezonde bedrijfsvoering	3
Ontwerpcriteria	4
Vloerconcepten	8
Dimensionering, berekening, detaillering en bestek	10
Uitvoering	12
Nabehandeling, bescherming en ingebruikname	16
Checklist monolietvloeren	17

Ontwerpcriteria

De ontwerpcriteria die een rol spelen bij het ontwerpen van een bedrijfsvloer kunnen worden onderscheiden naar criteria die betrekking hebben op de constructieve functie en op criteria die betrekking hebben op de gebruiksfunctie van de bedrijfsvloer. Vanuit de gebruiksfunctie zijn voor bedrijfsvloeren gebruikscomfort en gering onderhoud belangrijke uitgangspunten. Gebruikscomfort houdt onder meer in dat bijvoorbeeld palletwagens vlot kunnen worden verreden en dat de vloer eenvoudig kan worden schoongemaakt. In de praktijk wordt voor een bedrijfsvloer samen met de opdrachtgever een programma van eisen (pve) opgesteld, omdat de kwaliteit van een bedrijfsvloer natuurlijk nauw is gerelateerd aan de eisen die de gebruiker eraan stelt. De boogde bedrijfsvoering vormt in de meeste gevallen dan ook het uitgangspunt bij het ontwerpen van een bedrijfsvloer. Dat betekent dat het productieproces, de wijze van intern transport en de gehanteerde opslagmethode in hoofdlijnen bij de ontwerper bekend moeten zijn. In het pve komen onder meer de volgende punten aan de orde:

Constructieve aspecten

- gebruiksbelastingen/toelaatbare temperaturen (koelhuizen)
- krimpgedrag
- draagvermogen van de ondergrond

Gebruiksaspecten

- gewenste vlakheid (toelaatbare onvlakheid)
- slijtvastheid, ruwheid en stroefheid van de toplaag
- chemische bestendigheid en vloeistofdichtheid
- afschot en afwatering
- elektrische isolatie

Constructieve aspecten

Gebruiksbelastingen

Bij het ontwerp van een bedrijfsvloer kunnen twee soorten belastingen worden onderscheiden, namelijk belastingen die betrekking hebben op het gebruik zoals transport en opslag en de opgelegde vervormingen ten gevolge van zakkingsverschil, krimp en temperatuur. De belasting op bedrijfsvloeren wordt bepaald door het gebruik van de ruimte. Dat gebruik kan uiteenlopen van gebruik door een veelheid aan voertuigen en materialen opgeslagen in bulk, maar ook in stellingen en containers. Omdat in de ontwerpfase niet altijd duidelijk is welke toepassing een bedrijfshal zal krijgen, zijn in onderstaande tabel een aantal ontwerpbelastingen voor verschillende toepassingsgebieden aangegeven. Hiermee is het mogelijk reeds in een vroeg ontwerp stadium een idee te vormen aan welke belastingen een bedrijfsvloer blootgesteld kan worden.

Krimpgedrag

Naast gebruiksbelastingen kunnen opgelegde vervormingen ten gevolge van krimp, kruip en temperatuur als belasting worden beschouwd. Het beheersen van de scheurvorming als gevolg van het krimpgedrag van beton is veelal bepalend voor de keuze van een vloerconcept. Met name bij het constructieve ontwerp van de bedrijfsvloer moet aan het krimpgedrag van de betonvloer de nodige aandacht worden geschonken, alsmede de wijze waarop de scheurvorming als gevolg van verhinderde krimpvervorming kan worden beperkt. Bij beton is sprake van meerdere vormen van krimp. De uittrogingskrimp na het gereedkomen van de betonvloer bepaalt in belangrijke mate de te nemen maatregelen om mogelijke scheurvorming te beheersen. Het ontstaan van wilde scheurvorming met scheuren wijder dan 0,4 mm zal bij het berijden van de vloer met kleine harde wielletjes leiden tot afbrokkeling van de scheurranden. Terwijl het optreden van haarscheurtjes van 0,25 mm in gewapend beton als normaal verschijnsel wordt beschouwd, kan dit bij betonvloeren tot discussie aanleiding geven. Hierover zal in samenspraak met de opdrachtgever in de ontwerp fase in relatie tot de functies van de bedrijfsvloer duidelijkheid gegeven moeten worden. Het is soms ook vooraf te bespreken dat bij het optreden van wilde scheuren achteraf geïnjecteerd wordt. Deze afweging kan in bepaalde gevallen een prima oplossing zijn (dan is genezen beter dan voorkomen). De ontwerper kan op grond van die functionele eisen een keuze maken waarop beperking van de scheurwijdte is te realiseren.

Diverse vormen van krimp

► Plastische krimp

Tijdens en na het storten kan water uit de nog plastische betonspecie verdampen, waardoor krimpscheuren aan het oppervlak ontstaan die vergelijkbaar zijn met scheuren in uitdrogende klei.

► Thermische krimp

Tijdens de eerste fase in de verharding kan de temperatuur als gevolg van hydratatie, de omgevingstemperatuur en zoninstraling behoorlijk oplopen. Wanneer het jonge beton onbeschermd is, kan in de nacht de temperatuur van de vloerconstructie behoorlijk dalen in de fase dat de treksterkte van het beton nog zeer laag is. Hoe hoger de temperatuur stijgt en hoe sneller de afkoeling verloopt, des te groter is de krimp en dus ook de kans op scheurvorming.

► Uittrogingskrimp

Door het verdampen van niet gebonden water is, afhankelijk van de temperatuur en de relatieve vochtigheid, in meer of mindere mate sprake van uittrogingskrimp. Bij bedrijfsvloeren hebben we te maken met grote oppervlakken met een relatief dunne constructie. Deze vloeren zijn met name erg gevoelig voor uittrogingskrimp en, als gevolg hiervan, het mogelijk optreden van scheuren. Als er sprake is van kleine, grillig gevormde scheurtjes aan het oppervlak, spreken we van craquelé. Deze scheurvorming wordt veroorzaakt door het barsten van de betonhuid in een grillig patroon van fijne scheurtjes als gevolg van een geringe ontmenging aan de oppervlakte o.a. door een te hoge water-cementfactor als gevolg van het optreden van bleeding.

Beheersing van krimp: scheurbepalende maatregelen

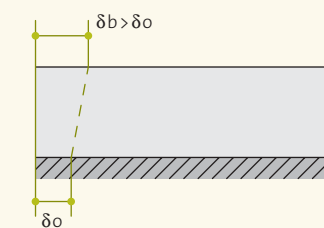
Het scheurgedrag van beton is niet op basis van exacte wetenschappelijke kennis te voorspellen. De eigenschappen van betonmengsels en de omstandigheden waaronder deze verwerkt worden vertonen een grote spreiding. De mate van scheurvorming kan door het treffen van geschikte maatregelen worden beperkt zodanig dat de scheuren zowel uit constructief als esthetisch oogpunt als acceptabel beschouwd kunnen worden. Hiertoe dienen zowel in ontwerp als tijdens de uitvoering van betonvloeren verschillende maatregelen getroffen te worden. Wanneer de verkorting en/of kromming van de vloer te veel wordt verhinderd, kunnen de trekspanningen zo hoog oplopen dat de treksterkte wordt overschreden en scheurvorming ontstaat. Dat scheurvorming in veel gevallen toch achterwege blijft is te danken aan de lange duur van dit krimpproces. Hierdoor blijven de spanningen ten gevolge van relaxatie beperkt. Er hoeft echter maar weinig tegen te zitten of er treedt scheurvorming op.

Er zijn vele maatregelen te treffen ter voorkoming en/of beperking van deze scheurvorming:

- storten op een vlakke ondervloer (zandbed);
- storten op een folie ter beperking van de verhinderde vervorming, in combinatie met toepassing van dilatatie- en/of krimpvoegen (schijnvoegen);
- vloeren los houden van randbalken, poeren en kolommen;
- geen obstakels in ondergrond zoals balken, putten, kolomvoeten, e.d.;
- toepassing van voorspanning ter beperking van trekspanningen;
- toepassing van wapening om voldoende scheurverdeling te bewerkstelligen;
- toepassing van staalvezels ter beheersing van een fijnmazige scheurverdeling;
- betonmengsel zodanig samenstellen dat de krimpmaat zo laag mogelijk is;
- goede uitvoeringstechniek met betrekking tot verdichten en nabehandelen.

Schotelen

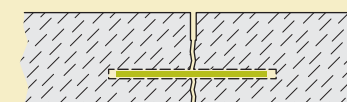
De specifieke verkorting door krimp is aan de bovenzijde van de vloer groter dan aan de onderzijde door de vrije verdamping. Aan de vrije randen van een betonvloer wordt hierdoor een geringe opkruiling van de randen (schoteling) veroorzaakt hetgeen bij belasting tot scheurvorming kan leiden.



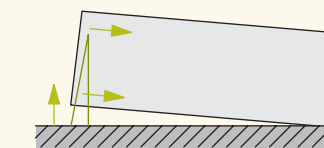
Bij de verharding van betonspecie is de krimp aan de (vrije) bovenzijde groter dan aan de onderzijde (opgesloten door de ondergrond). Het verschil in krimp is met een stippellijn aangegeven

Deuvelen

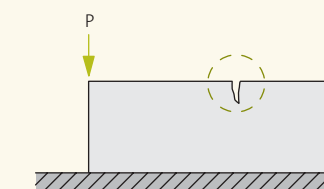
Ter voorkoming van het schotelen en voor een betere lastoverdracht ter plaatse van voegen worden deuvels toegepast.



Krimpvoeg met deuvels
 $\varnothing 25-250, L=500$
 Diep 35% van de vloerdikte
 Eenzijdig voorzien van huls of ingestreken om horizontale beweging toe te laten.



Door het verschil in krimp zal de plaat kromtrekken, opkruilen.



Als de plaat door een belasting, aangegeven met een pijl + P, weer naar beneden wordt gedrukt, zal er wat verderop een scheur ontstaan (zie cirkel).



Categorie	Representatieve belasting	Indicatie van gebruiksbelasting
Werkplaatsen, Opslagruimten	P_{rep} 5 kN/m ² F_{rep} 10 kN	<ul style="list-style-type: none"> • Belasting bepalen aan de hand van soort goederen en beschikbare opslaghoogte
Magazijnen licht belast H < 5 m	P_{rep} 15 kN/m ² F_{rep} 20 kN Aslast 50 kN	<ul style="list-style-type: none"> • Stellingen tot 5 m hoogte • Heftrucks, hefvermogen tot 20 kN • Reachtrucks, hefvermogen tot 12 kN
Magazijnen middelmatig belast H < 10 m	15 kN/m ² < P_{rep} < 50 kN/m ² 20 kN < F_{rep} < 100 kN 50 kN < Aslast < 200 kN	<ul style="list-style-type: none"> • Stellingen van 5 tot 10 m hoogte • Heftrucks, hefvermogen 20 – 90 kN • Reachtrucks, hefvermogen tot 50 kN
Magazijnen zwaar belast H > 10 m	P_{rep} 50 kN/m ² F_{rep} 100 kN Aslast 200kN	<ul style="list-style-type: none"> • Stellingen hoger dan 10 m • Heftrucks, hefvermogen 90 kN • Bijzondere voertuigen, bijv. vliegtuigen • Containeropslag in meerdere lagen

Draagvermogen van de ondergrond

Het draagvermogen van de (natuurlijke) ondergrond is van belang bij de keuze of op staal gefundeerd kan worden of dat de belasting middels een grondverbetering of palen naar een dieper gelegen draagkrachtige laag wordt afgedragen. Hier komt uitsluitend de fundering op staal aan de orde ofwel de elastisch ondersteunde bedrijfsvloer.

Voor het vaststellen van het draagvermogen en zettingsgedrag van de ondergrond is grondonderzoek noodzakelijk door het uitvoeren van enkele boringen, sonderingen en/of plaatproeven. Op basis hiervan kan het draagvermogen en zettingsgedrag van de ondergrond middels diverse parameters zoals beddinggetal, E-moduli of o.a. CBR-waarde worden gekarakteriseerd zoals in onderstaande tabel staat aangegeven. Het beddinggetal ofwel de k-waarde geeft een globale indicatie van het gedrag van de ondergrond.

Soort ondergrond	Conus-weerstand	Beddinggetal	CBR-waarde
	q_c [N/mm ²]	k_o [N/mm ³]	[%]
Veen	0,1 – 0,3	0,01 – 0,02	1 – 2
Klei	0,2 – 2,5	0,02 – 0,04	3 – 8
Leem	1,0 – 3,0	0,03 – 0,06	5 – 10
Zand	3 – 25	0,04 – 0,10	8 – 18
Grind-zand	10 – 30	0,08 – 0,13	15 – 40



Ter verkrijging van een goede ondergrond voor de betonvloer wordt de toplaag van teelaarde veelal vervangen door een grondverbetering van 200 à 500 mm verdicht zandbed. Dit pakket compenseert onregelmatigheden in de dichtheid van de aanwezige natuurlijke ondergrond. Soms is het nodig een dikker pakket te verwijderen en wordt een grondverbetering in de vorm van ongebonden, gestabiliseerde of lichtgebonden granulaten van diverse herkomst toegepast. Ook schuimbeton e.d. komt hier in aanmerking. Bij de constructieve opbouw van een vloerconstructie zijn verschillende onderdelen te onderscheiden. Afhankelijk van de lokale ondergrond en de gebruikseisen wordt een vloerconcept gekozen.

Gebruiksaspecten

Gewenste vlakheid (toelaatbare onvlakheid)

De gewenste vlakheid is afhankelijk van de logistieke afhandeling van goederen. Met andere woorden, de bestemming van de bedrijfsvloer bepaalt de toleranties voor wat betreft de vlakheid. Voor de vereiste vlakheid kan onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende gebruiksfuncties van vloeren:

- Vloeren waar de vereiste vlakheid wordt bepaald door het type voertuig, de breedte van de gangpaden, de wijze waarop een heftruck goederen afzet en de hoogte van het afzetten.
- Vloeren waar de vereiste vlakheid wordt bepaald door de plaatsings-toleranties van de inventaris zoals machines, rijdende kranen, hoge magazijnstellingen, apparatuur voor assemblage e.d.
- Vloeren in werkplaatsen, showrooms e.d. waar eventueel een bedekking op wordt aangebracht.

Vanuit functionele eisen is vlakheidsklasse 3 volgens NEN 2747 meestal voldoende. Hogere klassen kunnen worden bereikt door speciale uitvoeringstechnieken.

In Nederland worden naast NEN 2747 ook vlakheidseisen volgens buitenlandse normen gehanteerd zoals de Duitse normen DIN 18202, DIN 15185 en de Britse norm TR 34. Dit gebeurt in verband met de eisen die leveranciers van (hef)trucks stellen aan de vlakheid van de rijvloer.

Slijtvastheid, ruwheid en stroefheid

Ten behoeve van de slijtvastheid van betonvloeren voor bedrijfsruimten en magazijnen kan bij normaal gebruik als instrooi- of toeslagmateriaal kwarts worden gebruikt, hierbij geeft een mengsel van 2 kg kwarts en 1 kg cement per m² vloer voldoende resultaat.

Wanneer hogere eisen aan de slijtvastheid worden gesteld, zoals in werkplaatsen en in geval van intensief verkeer met harde wielen, kan het kwarts gedeeltelijk worden vervangen door een harder materiaal zoals korund. Uit het oogpunt van vlakheid en hechting dient de hoeveelheid instrooi- of toeslagmateriaal tot 3 à 4 kg per m² beperkt te blijven.

De slijtvastheid van de betonvloer wordt niet alleen bepaald door de hardheid en korrelopbouw van de instrooi- of toeslaglaag, maar wordt mede beïnvloed door de stabiliteit van het onderliggende beton, het aantal polijstgangen en de nabehandelingssomstandigheden.

De ruwheid is van invloed op de mate waarin vocht en vuil in het vloeroppervlak achterblijven. De ruwheid zegt niets over de stroefheid van het vloeroppervlak, maar is vooral voor de hygiëne en reinigbaarheid van belang.

De gewenste stroefheid van een vloer kan worden bereikt door de keuze van het basismateriaal, het toevoegen van instrooi- of toeslagmateriaal in de oppervlaktafwerking of door het aanbrengen van een speciale toplaag. Vooral bij intern transport is een voldoende mate van stroefheid van belang. De stroefheid van vloeren verandert door het gebruik en de mate waarin dit gebeurt wordt bepaald door de kwaliteit van de toplaag.

Vloeistofdichtheid en chemische bestendigheid

In toenemende mate zullen eisen aan de vloeistofdichtheid en bestendigheid tegen chemische invloeden van vloeren worden gesteld, met name als boven het vloeroppervlak wordt gewerkt met milieubelastende vloeibare chemicaliën en minerale of organische oliën, zoals dat gebeurt in garagebedrijven, tankstations, wasplaatsen, stalvloeren en opslagplaatsen voor chemische stoffen. Bij de keuze van de vloer zal de ontwerper met deze omstandigheden rekening moeten houden. Als sprake is van voegen, zal aan de detaillering van voegen en aansluitingen speciale aandacht geschonken moeten worden. Hiervoor wordt verwezen naar CUR-rapport 196 'Ontwerp en detaillering bodem-beschermende voorzieningen'.

Afvoer en afschot

Op bedrijfsvloeren kan water terecht komen vanuit het arbeidsproces of bij de reiniging van de vloer vanwege hygiënische eisen. Om te voorkomen dat er water op de vloer blijft staan zal ten behoeve van de beloop- en berijdbaarheid voorzieningen moeten worden in voldoende afschot in de vloer (5 à 10 mm/m' afhankelijk van de vlakheidseis) en de nodige afvoerputten (bovenkant put 10 mm +/- peil).

Elektrische isolatie

De slechte geleidbaarheid van beton komt goed van pas bij inductiegeleiding van intern transport. Om in geval van elektronische apparatuur aan de eisen (aarding, geleiding, doorgangswaarde en vonkontlading) te kunnen voldoen dienen speciale coatings of vloerafwerkingen aangebracht te worden.

Bij toepassing van inductie dient de dekking op de wapening minimaal 50 mm te bedragen.

Onderhoud

Bij afvoer en afschot is reeds geconstateerd dat water dat vrij kan komen tijdens het productieproces of water dat wordt gebruikt om de vloer te reinigen moet kunnen worden afgevoerd. Daarnaast moet bij het ontwerp van de vloer rekening gehouden worden met te gebruiken schoonmaakmiddelen al dan niet opgelost in water. Bovendien kan de ruwheid een rol spelen bij de reinigbaarheid.

Op het gebied van vlakheid is de volgende klassenindeling (NEN 2747) van toepassing

Vlakheidsklasse NEN 2747	Toelaatbare hoogteverschillen per m ¹	Toepassingsgebied
1 Supervlak	2,0 mm	Smallegangenmagazijn met hefhoogte > 8 m Gladde glanzende afwerklaag
2 Zeer vlak	3,0 mm	
3 Zeer vlak	4,0 mm	Smallegangenmagazijn met hefhoogte < 8 m Bredegangenmagazijn met hefhoogte > 8 m Schokvrije voegpassages in vloeren indien geen plasvorming is toegestaan
4 Vlak	5,0 mm	Brede gangen magazijn met hefhoogte < 8 m Bulkopslag met hefhoogte > 8 m Showrooms, tentoonstellingsruimten
5 Vlak	6,0 mm	
6 Matig vlak	8,0 mm	Bulkopslag met hefhoogte < 8 m Opslagruimten, Werkplaatsen, Parkeerruimten, Overige ruimten zonder nadere eisen
7 Onvlak	12,0 mm	



Vloerconcepten

Op basis van de functionele eisen die aan een bedrijfsvloer worden gesteld zal een betonvloer ontworpen moeten worden. Bij vloeren op staal (elastische bedding) is het belangrijkste ontwerpcriterium de wijze waarop scheurvorming als gevolg van het krimpgedrag van beton wordt beheerst.

Op basis van zowel de functionele eisen als de genoemde constructieve oplossingen ter beperking van de scheurvorming zal uit een aantal vloerconcepten een keuze kunnen worden gemaakt.

We onderscheiden de volgende concepten van monolietvloeren op staal:

► Vloeren met voegen

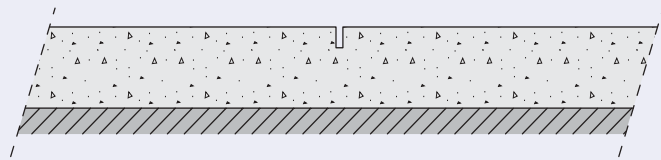
- vloeren zonder wapening
- vloeren met staalvezels
- vloeren met marginale onderwapening

► Voegloze vloeren

- vloeren met staalvezels, max. ca. 40 x 40 m
- vloeren met uitsluitend bovenwapening
- vloeren met onder- en bovenwapening
- vloeren met voorgespannen staal

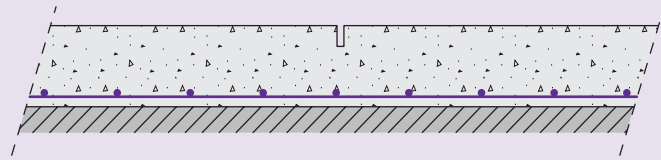


► Vloeren van ongewapend beton met krimpvoegen



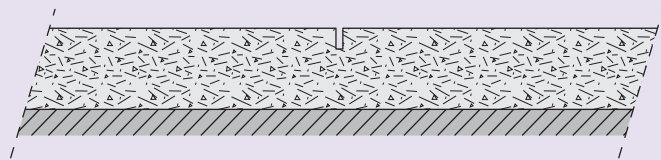
Deze eenvoudige betonvloeren worden veelal aangebracht op een ondergrond met een goede draagkracht. De krimpvoegen bestaan uit zaagsneden h.o.h. ca. 5 m. De vloeren zijn geschikt voor werkplaatsen en lichtbelaste magazijnen. Het voegenpatroon moet bestaan uit niet onderbroken zaagsneden. De ongewapende betonvloer is weinig storingsgevoelig in uitvoering.

► Vloeren van marginaal gewapend beton met krimpvoegen



Onder marginaal gewapend betonvloeren verstaan we betonvloeren voorzien van een praktische onderwapening bestaande uit een kruisnet van $\varnothing 6$ à $\varnothing 8$ – 150. Deze wapening is onvoldoende om de krimpspanningen op te nemen en de betonvloer zal dan ook voorzien moeten worden van gezaagde krimpvoegen h.o.h. ca. 5 m.

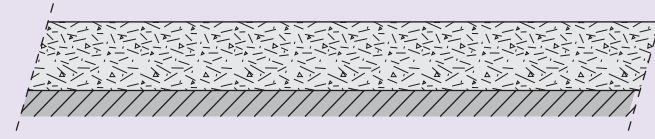
► Vloeren van staalvezelbeton met krimpvoegen



Vloeren van staalvezelbeton bevatten als minimale versterking 25 à 35 kg staalvezels per m^3 beton (afhankelijk van het vezeltype), waardoor de buigtreksterkte en de schokweerstand ten opzichte van ongewapend beton wordt verhoogd, zodat de vloer dunner kan worden uitgevoerd. De krimpvoegen zijn uitgevoerd als zaagsneden h.o.h. ca. 7 tot 12 m met een diepte van ca. 1/3 van de vloerdikte in een vooraf vastgelegd patroon.

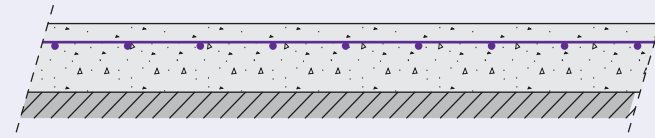


► Vloeren met staalvezels



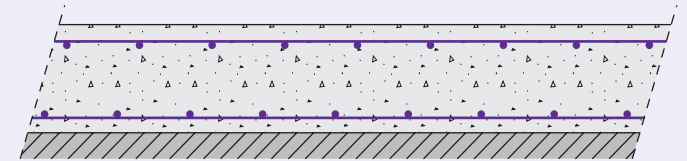
Om een monolietvloer voegloos uit te voeren met staalvezels zal een dosering met een gehalte van ca. 30 tot 45 kg/m^3 nodig zijn, e.e.a. afhankelijk van het vezeltype, de betonkwaliteit (B25/B35) en de vloerafmetingen. Het is mogelijk hiermee de scheurvorming zodanig te beheersen dat vloervelden met een afmeting tot 40 m voegloos gerealiseerd kunnen worden.

► Vloeren met uitsluitend bovenwapening



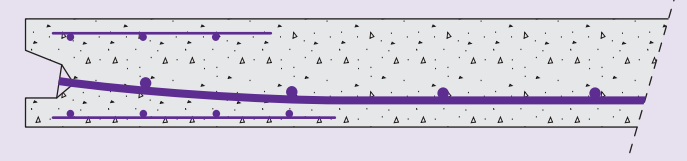
Een vloerconcept dat steeds vaker voorkomt is een betonvloer die uitsluitend aan de bovenzijde is gewapend met een praktische kruiswapening, bij voorkeur met een kleine maaswijdte zoals $\varnothing 8$ à $\varnothing 10$ – 100. Deze bovenvloer in combinatie met een ondervloer van menggranulaat zonder toepassing van glijfolie resulteert in een goede beheersing van het krimpgedrag van de toplaag. Met dit vloersysteem zijn naadloze vloervelden te realiseren.

► Vloeren met onder- en bovenwapening

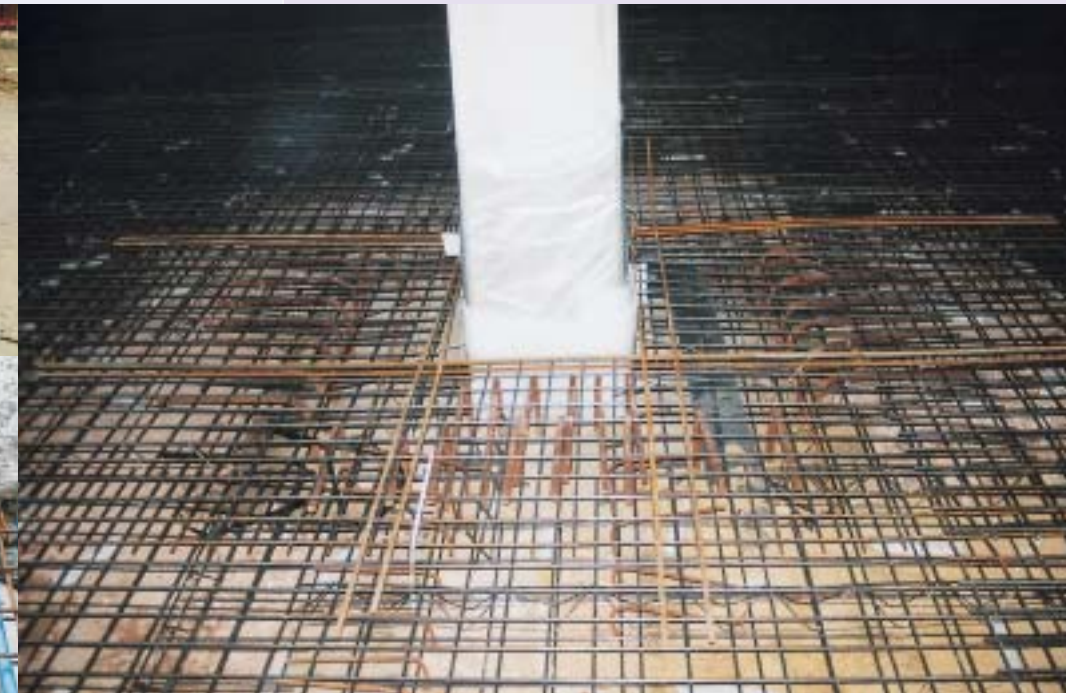


Voor vloeren die aan zeer hoge nuttige belastingen worden blootgesteld en waarvan de scheurvorming t.g.v. krimp en temperatuurbelastingen volledig beheerst moet worden biedt een volledig gewapende vloer uitkomst. Het benodigde wapeningspercentage in één richting is minimaal 0,65% van de betondoorsnede, te verdelen voor 1/3 over de onderwapening en 2/3 over de bovenwapening. Voor het op juiste hoogte stellen van de wapening is een vlakke en draagkrachtige werkvloer noodzakelijk. Met dit vloersysteem zijn naadloze vloervelden tot 200 m zonder dilataties te realiseren.

► Vloeren met voorgespannen staal



Dit type vloeren wordt veelal uitgevoerd met voorspankabels zonder aanhechting die na voldoende verharding worden voorgespannen. Hierbij worden hoge eisen gesteld aan de vlakheid van de ondergrond en de hierop aangebrachte glijlaag. Bij een voldoende hoeveelheid voorspanning kunnen hiermee grote oppervlakken als doorgaande voegloze monolietvloer worden uitgevoerd. Aan de randen hebben deze vloeren een sterke neiging tot opkrullen.



Dimensionering, berekening, detaillering en bestek

Dimensionering

Nadat een keuze is gemaakt uit de verschillende vloerconcepten zal de vloerdikte vastgesteld moeten worden. De dimensionering van de vloerdikte voor de verschillende vloerconcepten geschiedt op basis van het draagvermogen van de ondergrond en de te verwachten belastingen die op de bedrijfsvloer worden uitgeoefend.

Indicatie vloerdikte (in mm)	vloertype			
	ongewapend	staalvezelbeton	bovennet	dubbel net
belasting-categorie				
werkplaats	100 – 150	100 – 150	–	–
magazijn licht	130 – 240	120 – 200	120 – 160	–
magazijn middel	160 – 300	150 – 240	150 – 180	150 – 200
magazijn zwaar	–	180 – 300	180 – 240	180 – 240

Sterkteklasse

De sterkteklasse vormt de basis waarop de bedrijfsvloer is berekend om de belastingen op te kunnen nemen. Voor bedrijfsvloeren wordt voor de sterkteklasse van de te verwerken beton ten minste B25 aangehouden. Aanvullende eisen die betrekking hebben op snellere verwerking van de specie, snellere sterkteopbouw of duurzaamheid van de vloer kunnen leiden tot een betonsamenstelling die een hogere sterkte genereert dan die op constructieve gronden is vereist. Een hogere sterkte geeft de bedrijfsvloer ook een hogere stijfheid en maakt hem derhalve gevoeliger voor scheurvorming. Bij de dimensionering van de bedrijfsvloer moet de constructeur hiermee rekening houden.

Milieuklasse

De duurzaamheid van een betonconstructie wordt uitgedrukt in een milieuklasse die wordt bepaald door de mate waarin aantasting door agressieve stoffen in het geding is. De duurzaamheid van beton wordt vooral bepaald door de dichtheid van het beton. De voorschriften stellen op basis van de opgegeven milieuklasse aanvullende eisen aan de betonsamenstelling met betrekking tot de maximale water-bindmiddelfactor, het minimale bindmiddelgehalte, in enkele gevallen de cementsoort en soms het minimale gewenste luchtgehalte.

Berekening

Voor de berekening van elastisch ondersteunde vloeren bestaat de CUR-Aanbeveling 36 'Ontwerpen, berekenen en detailleren van bedrijfsvloeren van constructief beton'. Het is geschikt voor ongewapende vloeren, vloeren met staalvezelbeton, gewapende vloeren en voorgespannen vloeren. Het programma voert controleberekeningen uit rekening houdend met de afmeting van de vloer en de aanwezigheid van voegen met of zonder deuvels. Alle mogelijke uitwendige belastingen kunnen worden ingevoerd zoals gelijkmatig verdeelde belastingen, lijnlasten en geconcentreerde lasten. Ook kan voor mobiele lasten de duur en het aantal lastwisselingen in rekening worden gebracht. Tevens rekent het programma met de verhinderde opgelegde vervorming en door krimp en temperatuur.

Floor®

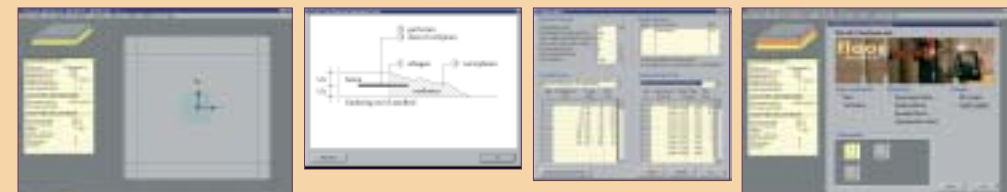
Floor® (waarvan inmiddels versie 2.0 beschikbaar is) is een veelzijdig rekenprogramma met veel toepassingsmogelijkheden dat is gebaseerd op CUR-Aanbeveling 36 'Ontwerpen, berekenen en detailleren van bedrijfsvloeren van constructief beton'. Het is geschikt voor ongewapende vloeren, vloeren met staalvezelbeton, gewapende vloeren en voorgespannen vloeren. Het programma voert controleberekeningen uit rekening houdend met de afmeting van de vloer en de aanwezigheid van voegen met of zonder deuvels. Alle mogelijke uitwendige belastingen kunnen worden ingevoerd zoals gelijkmatig verdeelde belastingen, lijnlasten en geconcentreerde lasten. Ook kan voor mobiele lasten de duur en het aantal lastwisselingen in rekening worden gebracht. Tevens rekent het programma met de verhinderde opgelegde vervorming en door krimp en temperatuur.

benodigde invoergegevens

- Stijfheidsparameters ondergrond (k-waarde)
- Belastingen zoals puntlasten, mobiele lasten, stellingen, bulkgoederen, e.d.
- Bedrijfsvloer: type, dikte, levensduur, veiligheidsklasse, etc.
- Materiaalkeuze zoals betonkwaliteit, wapening, vezels, etc.
- Plaats van de (krimp)voegen en de te berekenen doorsnede
- Krimp- en kruipgegevens beton



Floor® 2.0 schermbeelden



Floor® 2.0 kan besteld worden bij stichting CUR: www.cur.nl

Detailtering

De detaillering van een elastisch ondersteunde vloer bestaat in hoofdzaak uit de aansluiting aan omringende bouwdelen, de vloerbeëindigingen en de diverse voegtypen in de vloer.

Juist bij discontinuïteiten in de vloer is de kans dat scheurvorming optreedt groot.

Dit geldt ook voor het voegenpatroon van krimpvoegen die als zaagsneden worden uitgevoerd. Zaagsneden kunnen niet midden in de vloer beëindigd worden, deze dienen altijd door te lopen tot aan de vrije rand. Rondom kolommen zal een insnijding in ruitvorm uitkomst bieden.

Dilatatievoeg

Een dilatatievoeg is een volledige doorsnijding van de betonvloer waarbij onderlinge vervorming ten gevolge van krimp en temperatuur onbelemmerd kan optreden. De voegwijdte bedraagt doorgaans 10 mm.

Krimpvoeg

Een krimpvoeg is meestal een gedeeltelijke doorsnijding van de betonvloer waarmee een zwakke doorsnede in de vloer wordt geformeerd, waardoor de vloer bij krimpvermindering juist daar zal scheuren. Deze voeg wordt middels zaagsneden volgens een vooraf bepaald patroon over 1/3 van de vloerdikte aangebracht. Deze voegen worden aangebracht om de krimpverminderingen te beheersen bij ongewapende en staalvezelbetonvloeren.

Uitvoeringsvoeg

Dit is een voeg die als tijdelijke beëindiging in het productieproces van de betonvloer is aangebracht. Bij hervatting van het stortproces wordt tegen de geformeerde rand een volgend vloerdeel gestort, er wordt derhalve ook wel gesproken over een stortnaad. Veelal zal de uitvoeringsvoeg mogelijk als dilatatievoeg of krimpvoeg worden uitgevoerd.

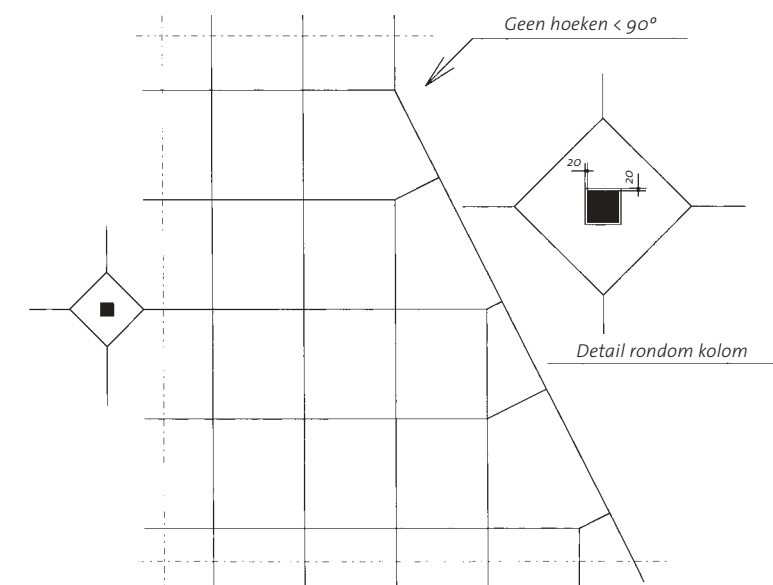
Voegpatronen van krimpvoegen

De plaats en het stramien van de aan te brengen krimpvoegen moeten aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Voegen moeten loodrecht op de plaatrand zijn aangebracht en mogen geen scherpe hoeken maken.
- De stramienmaten van de krimpvoegen moeten zo veel mogelijk worden afgestemd op de kolomstramien.
- De stramienmaten van ca. 5 m bij ongewapend beton tot meer dan 12 m bij staalvezelbeton zijn afhankelijk van het vloertype: de vloervelden dienen zoveel mogelijk gelijke afmetingen te hebben, bij voorkeur vierkant, met een maximale verhouding van de zijden van 1:1,3.
- Verspringende voegen en T-aansluitingen mogen niet worden toegepast.
- Rondom kolommen moet een ruitvormig zaagpatroon worden toegepast.
- Het stramienplan moet door de constructeur worden bepaald.
- Het inzagen dient binnen 48 uur na het storten van de vloer plaats te vinden, afhankelijk van de aanvangsterkte.

Bestek

In het bestek dienen de prestatie-eisen – een vertaling van de functionele eisen – samen met de juridische bepalingen vastgelegd te worden. De verantwoordelijkheden ten aanzien van ontwerp, constructie, uitvoering, afwerking, nabehandeling en bescherming van de bedrijfsvloer zullen duidelijk vastgelegd moeten worden. Ten slotte zal aandacht besteed moeten worden aan de wijze van oplevering, de onderhoudsperiode en de garantieverwaarden. Uiteraard is een voorwaarde voor een goede kwaliteitsbeheersing dat de uitvoering geschiedt door een gespecialiseerd vloerenbedrijf.



Uitvoering

Bij de uitvoering van monoliet vloeren worden drie afzonderlijke aspecten onderscheiden:

- de voorbereiding,
- de wijze van uitvoering en
- de betonsamenstelling.

Vorbereiding

Ondergrond

Zoals ook bij het ontwerp reeds aangegeven, is het bij betonvloeren die op staal worden gefundeerd van belang inzicht te hebben in het draagvermogen van de ondergrond. De toplaag van teelaarde zal verwijderd worden en afhankelijk van het draagvermogen van de ondergrond vervangen worden door een goed verdicht zandpakket van minimaal 300 mm dikte of in sommige gevallen een grondverbetering van een grotere laagdikte uitgevoerd in zand of puingranulaat. Deze lagen moeten goed verdicht en geëgaliseerd worden, zodanig dat bij het belopen geen voetafdrukken zichtbaar achter blijven en de vloer voldoet aan de eisen met betrekking tot de vlakheid. Vervolgens moet er een keuze worden gemaakt tussen het toepassen van glijfolie, het maken van een werkvloer of het direct op de ondergrond storten van de uiteindelijke vloer. Voor een geslaagde uitvoering moet overigens ook aan randbekistingen en in te storten voorzieningen aandacht gegeven worden.

Direct storten op de ondergrond.

Als de betonnen constructievloer zonder tussenlaag van folie of werkvloer op de ondergrond wordt gestort, is het noodzakelijk de ondergrond vooraf te bevochtigen (aardvochtig).

Glijfolie

Toepassing van één of twee lagen glijfolie met elk een dikte van minimaal 0,20 mm en voldoende overlap bij de naden kan een goed alternatief zijn voor direct op de ondergrond storten. Met de folie wordt voorkomen dat de ondergrond vocht uit de verse betonspecie opzuigt. De folie zorgt er ook voor dat de wrijving tussen de betonvloer en de ondergrond wordt verminderd en daardoor de krimpvorming minder wordt belemmerd. Probleem is om de folie op z'n plaats te houden. Opwaaien en plooiën van de folie hebben snel een negatieve werking, met scheurvorming als gevolg.

Werkvloer

Als er sprake is van een gewapende bedrijfsvloer, zal een werkvloer van beton nodig zijn om de wapening op de juiste hoogte te plaatsen en van voldoende dekking te voorzien. Hiervoor wordt meestal gebruikgemaakt van een ca. 30 mm dikke laag vloespecie die op het uitgevlakte zandbed wordt aangebracht. Aldus ontstaat een voldoende draagkrachtige en vlakke werkvloer. Ook kan een ondervloer van puingranulaat goed als werkvloer functioneren.

Uitvoeringsaspecten van detaillering

De uitvoering van details zoals randbekisting, voegen, dilataties, sparingen en aansluitingen op putten, goten, kolommen en overige randconstructies zal in het werkplan meegenomen moeten worden. Ook de voorzorgsmaatregelen ter voorkoming van vervuiling van wanden door betonspecie zullen hierin aandacht moeten krijgen. Elastisch ondersteunde ofwel op staal gefundeerde bedrijfsvloeren dienen altijd vrij te blijven van overige fundaties. Als voegwijdte voor gevels en balken dient 6 mm te worden aangehouden, terwijl rondom kolommen een voegwijdte van 20 à 25 mm moet worden aangehouden.

Wapening

Voor de bovendekking van wapening dient min. 20 tot max. 35 mm aan te worden gehouden. Bij toepassing van inductiegeleiding in het vloeroppervlak is echter minimaal 50 mm dekking nodig. Daarnaast zal de toepassing van deuvels en koppelstaven in voegconstructies onderdeel zijn van de wapening.



Eisen voortvloeiend uit de wijze van uitvoering

Vanuit het uitvoeringsproces zullen aanvullende eisen aan de betonspecie worden gesteld. Dit betreft met name de verwerkbaarheid tijdens het storten en uitvlakken (de samenhang/stabiliteit) en de afwerkbaarheid van de toplaag nadat de betonspecie enige opstijving heeft ondergaan. De aanvoersnelheid en de stortingsnelheid dienen op elkaar afgestemd te worden, zodat de wachttijd van mixers en daarmee de terugloop in verwerkbaarheid van de aangevoerde betonspecie wordt beperkt.

Storten en verdichten

De betonspecie wordt aangevoerd met kubel, betonpomp of beton-dumper. Voor een kubel is een kraan nodig die voldoende ruimte krijgt om te manoeuvreren, terwijl een betondumper over een stevige ondergrond van puingranulaat zonder belemmeringen moet kunnen rijden hetgeen alleen bij vloeren in ongewapend beton en staalvezelbeton mogelijk is. Bij het storten met een betonpomp dient de lengte van de aansluitende leidingen in de logistiek en de plasticiteit van de betonspecie afgestemd te worden. In alle gevallen dient een doordacht stortplan opgesteld te worden.

Om snel en gemakkelijk bij grote vloeroppervlakken de aangevoerde betonspecie te kunnen verwerken, wordt veelal gewerkt met zeer hoge plasticiteit en vindt verdichting alleen aan de oppervlakte plaats middels een afreirbalk. Het toe te passen consistentiegebied is veelal 4, echter bij vloeren op afschot mag de consistentie niet hoger zijn dan consistentiegebied 3. Bij hoogplastische mengsels dient de verdichtings-apparaat afgestemd te worden op de consistentie van de betonspecie zodanig dat geen ontmenging plaatsvindt.

Afwerking op hoogte/vlakheid

De betonspecie wordt bij voorkeur machinaal op hoogte gebracht; gebruik van trilapparaten bij het verplaatsen van betonspecie is uit den boze omdat dit ontmenging van de toplaag tot gevolg heeft. De gewenste hoogte wordt veelal met behulp van laserapparatuur aangegeven. Het zware werk van het vloerenleggersvak kan verlicht worden door gebruik te maken van de z.g. laserscreed, de betonspecie wordt lasergestuurd machinaal op hoogte gebracht en vlak afgewerkt. Hiermee kan een hoge mate van vlakheid worden bereikt. De gewenste vlakheid dient vooraf vastgesteld te worden door het opgeven van een vlakheidsklasse (3,4,5 of 6) conform NEN 2747. Het toepassen van een strooilaag zal de vlakheid negatief kunnen beïnvloeden.

Afwerking van de toplaag: voorschuren – instrooien – inschuren – pleisteren

Voor het vervaardigen van een vlakke, slijtvaste en duurzame betonvloer is vakmanschap nodig. Bepalend voor de kwaliteit van de vloer is de afwerking van het betonoppervlak na het storten en het verdichten van de betonspecie. De wachttijd tussen einde stort en begin van de afwerking ligt tussen de 2 en 12 uur, afhankelijk van de temperatuur en van de betonsamenstelling. De wachttijd is nodig om voldoende opstijving te verkrijgen zodanig dat met een mechanische afwerkmachine op de vloer gewerkt kan worden. Het monoliet afwerken bestaat uit het schuren en vervolgens pleisteren van het betonoppervlak. Voor deze bewerkingen worden zogenaamde vlindermachines ingezet, men spreekt dan ook bij het monoliet afwerken meestal over het 'vlinderen' van betonvloeren. Als er een slijtlaag wordt aangebracht, wordt na het voorschuren een instrooilaag aangebracht die vervolgens wordt ingeschuurd in het nog enigszins vochtige betonoppervlak. De laatste bewerking bestaat uit het pleisteren van het oppervlak met dubbelbladige vlindermachines, het zogeheten afvlinderen.



Instrooilaag

Een instrooilaag dient om de oppervlaktekwaliteit wat betreft slijtvastheid en stootvastheid te verbeteren en kan ook pigmenten bevatten om de kleur van de toplaag te beïnvloeden. De instrooilaag bestaat uit een droog mengsel van cement en slijtvaste granulaten zoals kwarts, porfier, carborundum en amaril. De effectiviteit is goed bij grove korrels (1–3 mm). De slijtvastheid kan onderscheiden worden naar het gebruik van de vloer en de samenstelling van de instrooilaag (zie tabel).

Toepassing vloer	Instrooilaag
Weinig verkeer / voetgangers	Geen
Normaal gebruik, bedrijfsruimten, magazijnen	Harde granulaten: kwarts, porfier, basalt
Werkplaatsen, intensief verkeer met harde wielen	Zeer harde granulaten: carborundum, korund of amaril
Zeer intensief gebruik, schokbestendig	Metaalgranulaten (denk aan roestrisico)

Bepaling van het moment van afwerking van het betonoppervlak

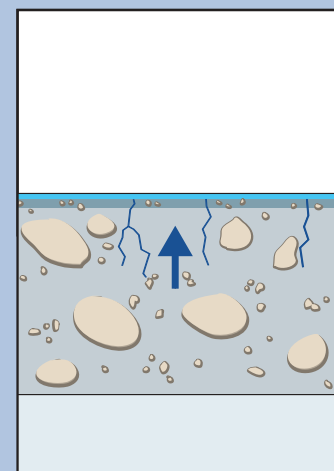
Het tijdstip waarop met monoliet afwerken of 'vlinderen' kan worden begonnen luistert erg nauw. Ben je te vroeg, dan zakt de machine weg in de betonspecie. Ben je te laat, dan valt er weinig meer af te werken. Het tijdstip waarop begonnen kan worden met de afwerking wordt bepaald door de betonafwerker, die op basis van zijn vakmanschap het juiste moment kiest. Het opstijfgedrag van betonspecie wordt niet alleen bepaald door de keuze van cementsoort, type hulpstof of specie-temperatuur, maar ook de rijtijd (wachtijd) en het transportmiddel spelen een rol. Denk daarbij aan de transportmethode zoals bijvoorbeeld de betonpomp en de aangesloten lengte van de leiding alsmede de manier van verdichten. Heel belangrijk zijn ook de omgevingsomstandigheden: de buitentemperatuur, de windsnelheid en de relatieve vochtigheid. Kortom wordt de vloer in weer en wind of binnen aangelegd. Maar ook de constructie van de vloer speelt mee, zoals de dikte van de vloer en de ondergrond. Wordt folie toegepast tussen vloer en ondergrond, en zo nee, in hoeverre neemt de ondervloer gemakkelijk vocht op. Het antwoord op deze vragen zal mede van invloed zijn op de tijd die verloopt tussen het storten en het moment van afwerking van het betonoppervlak.

Sonde

Omdat het opstijfgedrag van de betonspecie bepaalt wanneer met het monoliet afwerken kan worden begonnen, bestaat er behoefte aan een methode waarmee de opstijving van de betonspecie kan worden gemeten. Er is nu een methode beschikbaar die gebaseerd is op het bereiken van een bepaalde indringdiepte van een sonde. Deze sonde is een dikke staaf met een afgeronde punt die door middel van een valgewicht in de betonspecie dringt. De diepte waarmee de staaf in de betonspecie doordringt is afhankelijk van de mate van opstijving van de betonspecie. Uit praktijkonderzoek is gebleken dat een indringing van 35 mm veelal een goed moment is om te starten met het monoliet afwerken van de betonvloer.

Bleeding

Bij het verwerken van vloeibare betonspecie en na het verdichten kan enig water op het betonoppervlak komen te staan. Fijnere deeltjes en water concentreren zich aan de betonoppervlakte. Ook zonder echte ontmenging kan aanmaakwater aan de oppervlakte komen waarbij cementdeeltjes worden meegevoerd. We noemen dit 'bleeding'.



Door het verdichten ontstaat enig transport van water en fijne delen naar het oppervlak.



Betonsamenstelling

Vanuit de vele mogelijkheden en diversiteit van grondstoffen zoals toeslagmaterialen, cementsoorten, hulpstoffen en vulstoffen is het niet mogelijk een eenduidige aanbeveling te geven over de betonsamenstelling voor vloeren. Het is daarom van groot belang de diverse prestatie-eisen van de bedrijfsvloer vast te leggen en in de voorbereidingsfase de betontechnologie hierbij te betrekken.

Toeslagmaterialen

In het algemeen zullen de gebruikelijke natuurlijke toeslagmaterialen zand en grind goed toepasbaar zijn. Een belangrijk aandachtspunt bij natuurlijke toeslagmaterialen is de mogelijke verontreiniging met oerhout. Houtdeeltjes en versteend hout uit het toeslagmateriaal kunnen na verloop van tijd aan het oppervlak zichtbaar worden en putjes in het oppervlak veroorzaken. Zelfs hoeveelheden die ver beneden de toegestane verontreiniging liggen kunnen tot ongewenste putvorming leiden. Het verdient daarom aanbeveling potentieel verdacht toeslagmateriaal evenals puingranulaten niet als grondstof voor monoliet afgewerkte bedrijfsvloeren te gebruiken.



Cementsoort

De keuze van de cementsoort wordt niet alleen bepaald door de uiteindelijk gewenste sterkte en duurzaamheid, maar ook door de weers- en verwerkingsomstandigheden op de bouwplaats. Denk hierbij aan de omgevingstemperatuur, de invloed van wind en tocht, de specie-temperatuur, de stortmethode, het gewenste opstijfgedrag en de toe te passen afwerkingstechnieken. Ook toepassing van een instrooilaag heeft invloed op de keuze van het te gebruiken cement.

Hulpstoffen en vulstoffen

De hulpstoffen die bij betonvloeren worden toegepast zijn (super-)plastificeerders die de verwerkbaarheid van de betonspecie verhogen zonder toevoeging van extra water. Hiermee wordt de dichtheid en derhalve de kwaliteit van de betonvloer bevorderd. Het toepassen van superplastificeerders kan ongewenste nevenwerkingen geven zoals bindingsvertraging en bleeding. Ook de verwerkingsduur kan snel teruglopen.

Vulstoffen worden veelal toegepast om de samenhang en stabiliteit van de betonspecie tijdens de verwerking te bevorderen. Toepassing van vulstoffen zoals poederkoolvliegias en steenmeel (fijner dan 125 µm) verhogen de stabiliteit van de plastische betonspecie en kunnen het optreden van bleeding beperken.

Om te komen tot de gewenste betonsamenstelling voor de bedrijfsvloer zal de betontechnologie van de betoncentrale geïnformeerd moeten worden over alle relevante eisen die betrekking hebben op de wijze van uitvoering.

Checklist voor het samenstellen van beton voor vloeren

Door onderstaande vragen te beantwoorden worden alle gegevens die nodig zijn voor het samenstellen van beton voor een monoliet afgewerkte betonvloer verkregen (de prestaties van het gekozen betonmengsel zullen veelal een compromis zijn tussen de eisen die worden gesteld in de verharde fase en de omstandigheden waaronder de vloer vervaardigd wordt).

- ▶ Wat zijn de eisen op het gebied van de sterkteklasse?
- ▶ Wat zijn de eisen op het gebied van de milieuklasse?
- ▶ Hoe is het transport naar de bouwlocatie geregeld?
- ▶ Hoe wordt de betonspecie op de bouwplaats gestort en verwerkt?
- ▶ Hoe zijn de klimatologische omstandigheden tijdens het storten, afwerken en verharding?

Verder zal extra aandacht moeten worden gegeven aan de volgende onderdelen.

- Verwerkbaarheid in consistentiegebied 3 of 4 door aanduiding van schudmaat: 450–600.
- Verwerkingsmethode en transportafstand aangeven: kubel, pomp (m² leiding) of dumper.
- Beperken van krimp door optimale keuze tussen hoeveelheid bindmiddel en de water-bindmiddelfactor.
- Goede korrelopbouw zand- en grindmengsel.
- De keuze van de cementsoort afstemmen op het gewenste tijdstip van afwerken en het beheersen van temperatuurspanningen ten gevolge van hydratatie van het cement.
- Bij hoge dosering van plastificerende hulpstoffen kunnen neven-effecten optreden zoals ontmenging, vertragende binding of luchtbelvorming.
- Beperken van bleeding door een goede korrelopbouw en gehalte fijn materiaal < 250 µm van ca. 140 liter per m³ beton.

Nabehandeling, bescherming en ingebruikname

Nabehandelen

Na het afwerken van de vloer is de wijze van nabehandeling van doorslaggevend betekenis voor de uiteindelijke kwaliteit van de betonvloer. Nabehandelen is niets meer dan het voorkomen van het verdampen van water en afkoeling o.a. door bescherming tegen tocht en isolatie. Door een snelle verdamping van water aan het oppervlak kan de betonspecie 'verbranden', hetgeen betekent dat er onvoldoende hydratatie plaatsvindt door gebrek aan water; de vloer kan bij gebruik gaan 'stuiven'. Een tweede gevolg van vroegtijdige verdamping van water is het ontstaan van plastische krimp scheuren. Bij tijdige ontdekking kunnen deze scheuren nog worden dichtgeschuurd. Juist de zeer plastische en stabiele betonspecie met een laag watergehalte en een hoog gehalte aan fijn materiaal, zijn erg gevoelig voor plastische krimp scheuren. Te vroege uitdroging van het afgewerkte oppervlak kan worden voorkomen door het aanbrengen van curing compound in combinatie met het afdekken van het betonoppervlak met folie.

Vloeren mogen nooit korter dan 3 dagen worden nabehandeld, twee weken verdient aanbeveling en komt de kwaliteit ten goede. Een goede nabehandeling maakt deel uit van de uitvoering en vereist extra zorg na het afwerken van de vloer.

Beschermen

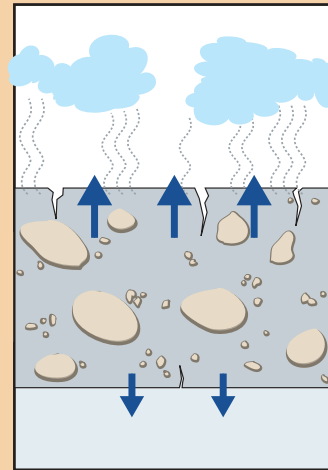
Tijdens het verharding dient naast de nabehandeling ter voorkoming van het uittreden van vocht de betonvloer ook beschermd te worden tegen grote temperatuurverschillen. Bij zeer lage temperaturen bestaat kans op vorstschade terwijl er bij zeer hoge temperaturen kans is op het optreden van thermische scheurtjes. Maar ook tegen vroegtijdig belasten moet de vloer worden beschermd, opdat krimpvervormingen onbelast kunnen optreden.

Bij het aanbrengen van een afdekking of isolatielaag moet beschadiging van het betonoppervlak worden voorkomen. Als isolatiematerialen zijn noppenfolie, platen van kunststofschuim of minerale woldekens goed toe te passen. De materialen moeten goed op elkaar aansluiten en wegwaaien moet worden voorkomen.

Tijdens het inzagen van krimpvoegen zal de isolatie tijdelijk verwijderd moeten kunnen worden.

Ingebruikname

Het tijdstip waarop de vloer kan worden belast is afhankelijk van de sterkteontwikkeling van het beton in de vloer en de oppervlaktehardheid. Bij vroegtijdige ingebruikname zal belasting van vooral de hoeken en de randen moeten worden vermeden.



uitdroging en plastische krimp
Een juiste nabehandeling van het beton zal uitdroging voorkomen en plastische krimp tot een minimum beperken



Checklist monolietvloeren

► Ontwerpen en detailleren

Constructieve aspecten

- Gebruiksbelastingen
- Krimpgedrag
- Draagvermogen ondergrond

Gebruiksaspecten

- Gewenste vlakheid (toelaatbare onvlakheid)
- Slijtvastheid, ruwheid, stroefheid
- Chemische bestendigheid
- Vloeistofdichtheid
- Afschot en afwatering
- Elektrische isolatie

Detailering

- Krimpvoegen
- Dilatatievoegen
- Stortvoegen

► Leveren betonmortel

Sterkte

- Sterkteklasse • B-waarde
- Sterkte-ontwikkeling/gewogen rijpheid
- Staalvezelbeton • R-waarde
- Staalvezels • type / ... kg/m³

Duurzaamheid

- Milieuklasse
- Vloeistofdichtheid

Krimparm

- Lage wcf, cementgehalte beperken

Verwerkbaarheid

- Plastisch
- Vloeibaar
- Hoogvloeibaar

Grondstoffen

- Cementsoort
- Vulstoffen
- Hulpstoffen
- Toeslagmateriaal • Korrelgroep
- Korrelverdeling
- Herkomst / verontreiniging
- Staal- / kunststofvezels • Type vezel / hoeveelheid / m³

Verwerkingsaspecten

- Monolitische afwerking
- Verpompbaar
- Dormante periode
- Sonde
- Warmteontwikkeling
- Specietemperatuur

► Algemeen

Beschikbaarheid van

- reserve-capaciteit
- reserve-materieel

► Ondergrond, wapening en randvoorziening

Ondergrond

- Werkvloer / folie
- Vlakheid, afschot

Wapening

- Wapeningstekening
- Dekkingsblokkjes, supporten
- Deuvels en ankers
- Instortvoorzieningen
- Vlakheid en beloopbaarheid wapening

Randvoorzieningen

- Maatvoering
- Dilataties en voegprofielen
- Vrij houden van wanden / kolommen
- Bescherming omliggende constructies

► Storten en verwerken betonmortel

Algemeen

- Stortdatum • Tijdstip aanvang
- Weersomstandigheden
- Stortomvang • in m³ / resp. m²
- Stortsnelheid • in m³ / uur
- Stortmethode • Kubel
- Pomp
- Dumper

- Verdichtingsmethode

Bereikbaarheid

- Transportvoorzieningen
- Leidingen / bochten
- Aan- en afvoerwegen mixers
- Transportafstanden

Storten

- Consistentiegebied
- Opstijfgedrag

► Afwerken, nabehandelen, in gebruik name

Monoliete afwerking

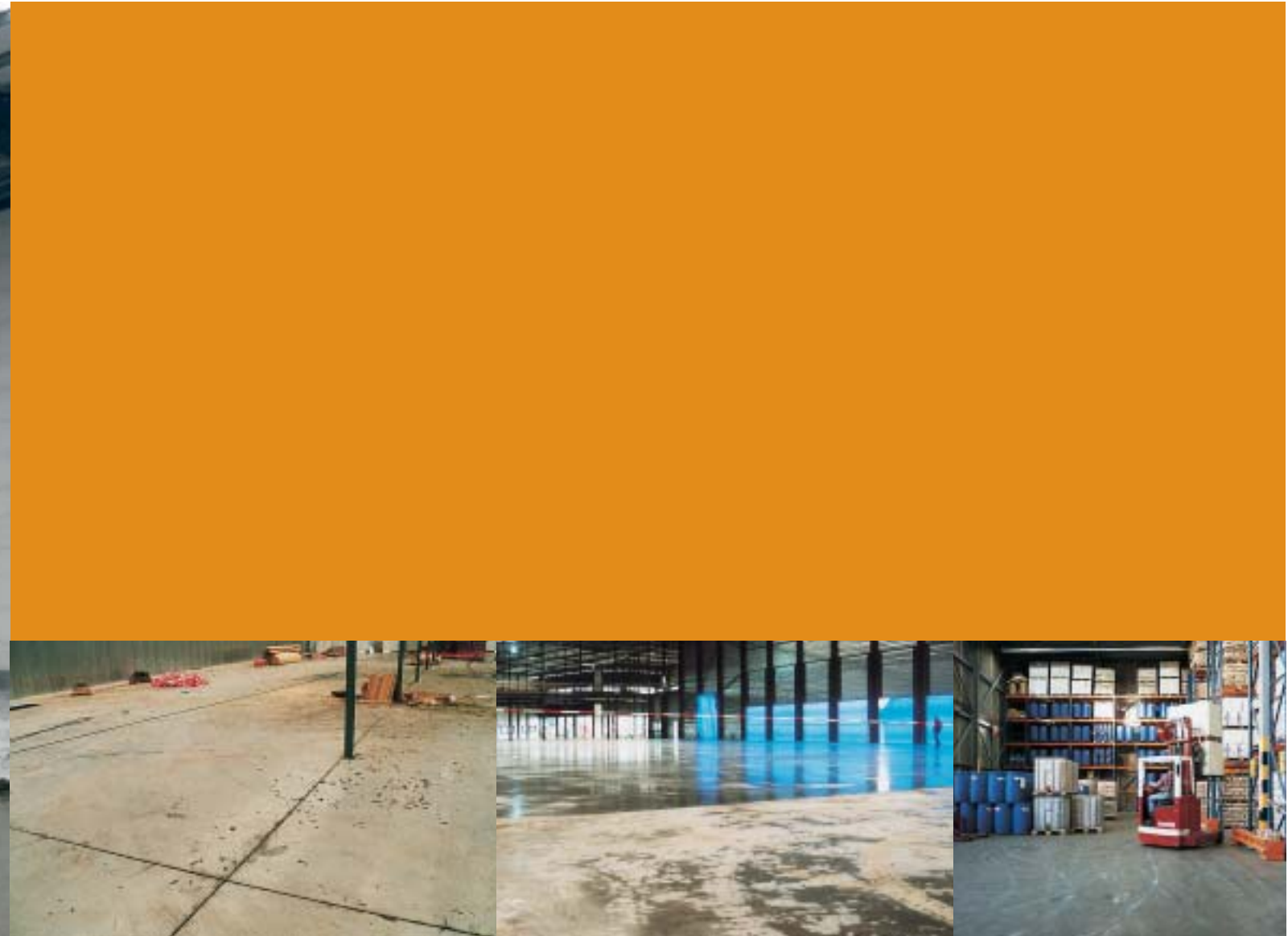
- Vlak, onder de rei
- Instroommateriaal, mineraalgroep N, M, S
- Vlindermachines • Schuren
- Pleisteren

Nabehandelen

- Aanbrengen curing compound
- Folie
- Inzagen krimpvoegen
- Tijdstip belasting, in gebruik nemen

In gebruik name

- Na ... dagen / bij sterkte ... N/mm²



December 2003

Deze brochure is een uitgave van VOBN, de brancheorganisatie van de betonmortelindustrie, en is tot stand gekomen met medewerking van:

- *ABT adviesbureau voor bouwtechniek bv*
- *Bureau Vloeradvies*
- *Ingenieursbureau voor bouwtechniek Goudstikker-de Vries bv*

VOBN

Postbus 383
3900 AJ Veenendaal
T 0318 55 74 74
F 0318 55 74 70
E info@vobn.nl
W www.gietbouw.nl

Betoncentra:

Betoncentrum Noord-Oost Nederland
Schrevenweg 1-9
8024 HB Zwolle
T 038 454 87 88
F 038 452 67 24
E betonNON@vobn.nl

Betoncentrum West Nederland
Prins Bernhardlaan 12p
2405 VT Alphen a/d Rijn
T 0172 65 35 08
F 0172 65 35 12
E betonWN@vobn.nl

Betoncentrum Zuid Nederland
Bosscheweg 57
5056 KA Berkel-Enschot (Tilburg)
T 013 455 91 83
F 013 455 91 85
E betonZN@vobn.nl

