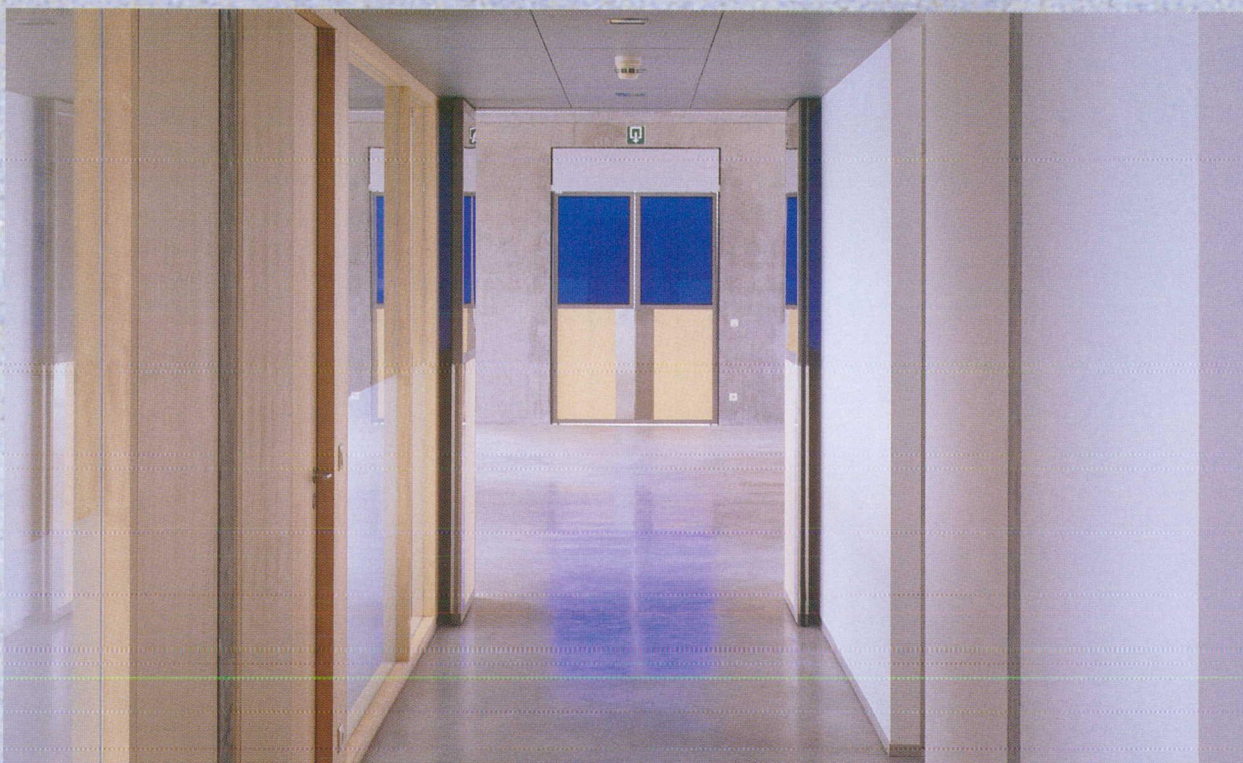


CEMENTGEBONDEN BEDRIJFSVLOEREN (1)

Ontwerp - Dimensionering



**DOSSIER
CEMENT**

23
november 2000

vloerverharding
in situ gestort beton

(13) Ef2

BBSfB

Sedert enkele jaren investeren vele bedrijven fors in de constructie en de renovatie van bedrijfsgebouwen. Deze toestand zal de komende jaren ongetwijfeld nog uitbreiding nemen. Er bestaat in deze sector dan ook een grote behoefte aan overdekte bedrijfsvloeren. Immers, bij de constructie van bedrijfsgebouwen, zoals bijvoorbeeld productie-eenheden, opslagplaatsen of gebouwen van commerciële aard, hoort vaak de plaatsing van deze vloeren. Zij worden bij voorkeur uitgevoerd in esthetische materialen die maar weinig onderhoud vergen. Omdat ze weinig onderhevig zijn aan vervorming en een uitstekend draagvermogen hebben, is de grote interesse voor bedrijfsvloeren in beton dan ook niet zo verwonderlijk. Bovendien is beton bestand tegen zware, mobiele en geconcentreerde belastingen, puntbelastingen, schokken, afslijting, olielekken, enz.

Het ontwerp van een bedrijfsvloer is echter geen eenvoudige opgave. De interactie tussen de vloerplaat en de dragende ondergrond, de berekening van de vloerdikte, de juiste betonsamenstelling – al dan niet gewapend met een klassieke wapening of met vezels –, de bepaling van het type en van het aantal voegen,... zijn allemaal facetten die niet uit het oog mogen worden verloren.

De voornaamste doelstelling van dit bulletin bestaat erin duidelijke informatie te verschaffen over het ontwerp en de dimensionering (bepaling van de dikte) van een bedrijfsvloer. De lezer die nadere inlichtingen wenst over de verschillende lagen van de bedrijfsvloer en over het soort en de plaatsing van de voegen, verwijzen wij door naar bulletin nr. 24 van het Dossier Cement.

Ook buitenvloeren (niet-overdekte bedrijfsvloeren) worden wel eens ontworpen en uitgevoerd zoals binnenvloeren (overdekte bedrijfsvloeren). Buitenvloeren worden echter blootgesteld aan zwaardere belastingen, vooral van klimatologische aard (temperatuurcycli en dooizouten), waarmee bij het ontwerp, de dimensionering en de uitvoering terdege rekening moet worden gehouden.

Het concept van de buitenvloer vertoont bijgevolg meer gelijkenis met dat van een wegverharding.

Dit bulletin beperkt zich tot de betonnen binnenvloer die in situ wordt gestort en afgewerkt.

Op te merken valt nog dat de term 'bedrijfsvloer' in de ruime zin moet worden opgevat en dus verwijst naar productiehallen, opslagplaatsen, tentoonstellingsruimtes, garages, parkings,...

ONTWERP

Een cementgebonden bedrijfsvloer moet aan bijzondere eisen voldoen. De belangrijkste zijn :

- voldoende draagvermogen;
- goede vlakheid;
- goede weerstand tegen afslijting (en dus tegen stofvorming), nodig voor de soepele en stofvrije circulatie van laad- en losmachines en andere voertuigen;
- voldoende schokbestendigheid;
- weerstand tegen chemische aantasting;
- goede dichtheid ten aanzien van vloeistoffen;
- stroefheid (slipwerend oppervlak);
- goede elektrische, akoestische en thermische isolatie.

Een bedrijfsvloer wordt ontworpen als een meerlagig geheel waarbij elke laag moet beantwoorden aan een aantal vereisten. Er bestaan twee soorten bedrijfsvloeren (fig. 1): de 'op staal gefundeerde' bedrijfsvloer (op volle grond) en de 'industriële dekvloer' (opgestort).

Een op staal gefundeerde bedrijfsvloer (ook monolietvloer genoemd) bestaat uit :

- de bestaande natuurlijke bodem, eventueel verbeterd door stabilisatie met kalk en/of cement, of door een verdichte ophoging;
- een fundering, d.i. een goed verdichte laag zand of steenslag, al dan niet met cement gestabiliseerd, of een laag mager beton;
- eventueel een nivelleer- of afstrijklaag;
- eventueel een glijfolie;
- de eigenlijke vloer, eventueel uitgerust met wapeningsstaven of een wapeningsnet, of versterkt met vezels.

Bij een industriële dekvloer wordt de verharding hechtend aangebracht op een reeds verharde draagvloer (bijvoorbeeld een geprefabriceerde betonplaat). Dit soort vloer wordt niet behandeld in deze publicatie.

Om willekeurige (niet-gecontroleerde) scheurvorming ten gevolge van hygrothermische krimp (door het verdampen van het aanmaakwater) te vermijden, wordt een bedrijfsvloer meestal in platen opgedeeld. Bij een ongelijkmatige belasting en in het bijzonder bij een mobiele belasting zijn de voegen en de aldus ontstane vrije randen spijtig genoeg delicate plaatsen waar de momenten maximale waarden bereiken (fig. 2).

Het vloeroppervlak moet slijtvast zijn en mag geen stof vormen. Deze slijtvastheid wordt verkregen door middel van een aangepaste behandeling. Meestal wordt hiertoe op het nog verse beton een mortellaag aangebracht, bestaande uit harde granulaten en rijk aan bindmiddel, en die vervolgens met mechanische middelen krachtig wordt aangedrukt.

Het ontwerpen van vloeren beperkt zich niet enkel tot het dimensioneren in functie van de belastingen en de ondergrond. Even belangrijk zijn de functionele eisen (toleranties op de afwerking), de verwerkingsmethode en de weersomstandigheden

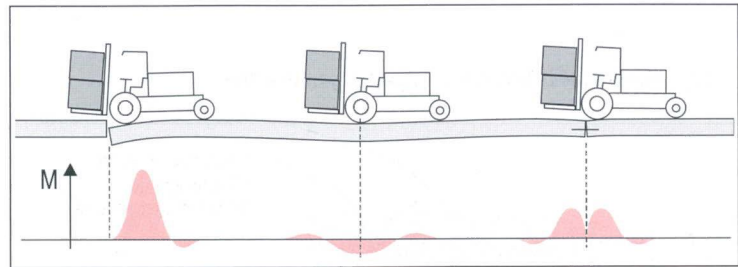


Fig. 2: Moment van maximale buigspanning op voegen en vrije randen

waarbij de vloer zal gebruikt worden (temperatuurwisselingen, bezonning). Enkel wanneer al deze aspecten op een coherente manier in het ontwerp zijn opgenomen, zullen de prestaties van de vloer aan de verwachtingen beantwoorden.

Deze redenering heeft geleid tot verschillende vloerconcepten. Ze worden hierna meer in detail behandeld (fig. 3).

• Ongewapend beton met ingezaagde voegen (fig. 3a)

Ongewapend beton is een voor de hand liggende en zeer economische oplossing voor licht belaste vloeren op een ondergrond met een goede draagkracht. Wanneer weinig buigspanningen voorkomen, is een dergelijke vloer in staat om zonder noemenswaardige scheurvorming de lasten rechtstreeks op de ondergrond over te dragen. Willekeurige scheurvorming veroorzaakt door ongelijk verdeelde wrijvingskrachten tussen vloerplaat en drager is evenwel niet te vermijden. Omdat de scheurwijdte vrij kan variëren, kunnen deze scheuren dermate groot worden dat een verticale verplaatsing van delen van de vloer mogelijk wordt, met een snelle aftakeling van de verharding als gevolg.

De ervaring heeft geleerd dat door het inbrengen van voegen het risico op bijkomende scheuren zeer klein wordt. De maximale veldgrootte bedraagt 20 tot 25 m². Voorwaarde is natuurlijk dat de voegen, die meestal bestaan uit zaagsneden, aangebracht zijn vooraleer de krimpspanningen de treksterkte van het beton overschrijden. De scheurvorming concentreert zich dan in de voegen, die allemaal moeten werken. Een andere mogelijkheid bestaat erin de voegen vooraf bij de aanleg van de bekisting te voorzien. Het voegenpatroon moet rekening houden met singuliere punten in het vloervlak die scheuraanzetten vormen, zoals wanden, kolommen, afwateringspunten, binnen- of buitenhoeken enz. Aangezien niets het opengaan van de voegen tegenhoudt, moet in het geval van belangrijke lastoverdracht gewerkt worden met deuken die zich onder de voegen bevinden. Ook differentiële krimp is niet te vermijden, met 'schoteling' of 'curling' als gevolg. Om te sterke opkrulling (fig. 4) te voorkomen wordt aangeraden de dikte van ongewapende vloeren niet kleiner te nemen dan 150 mm.

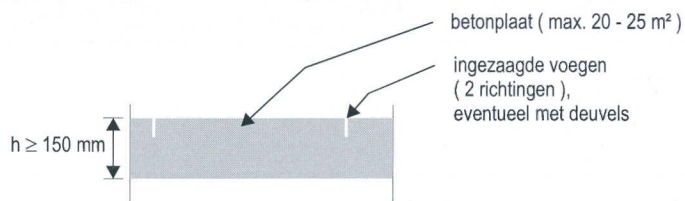
• Licht gewapend beton met ingezaagde voegen (fig. 3b)

Dit vloertype moet worden beschouwd als een enigszins verbeterde versie van de ongewapende vloer. De verbetering wordt bekomen door het toevoegen van een kleine hoeveelheid wapening. De extra

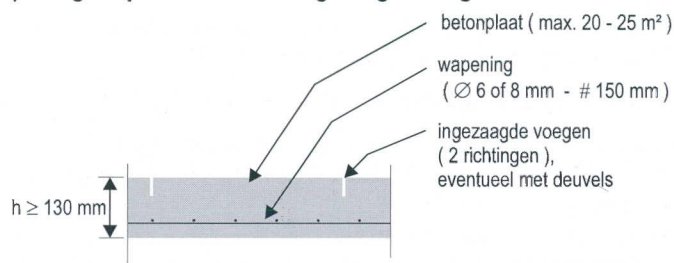
Fig. 1: Soorten cementgebonden bedrijfsvloeren



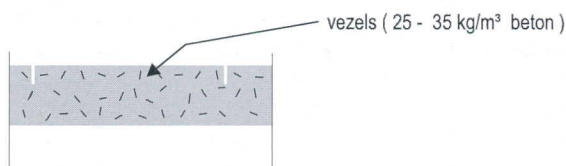
(a) ongewapend beton met ingezaagde voegen



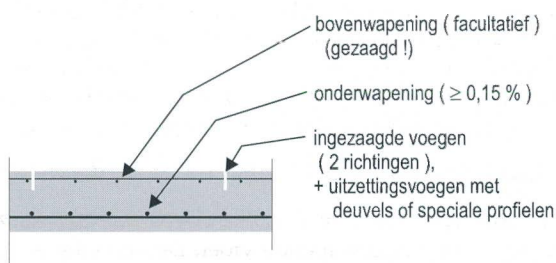
(b) lichtgewapend beton met ingezaagde voegen



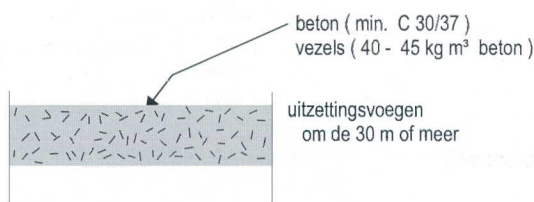
(c) staalvezelbeton met ingezaagde voegen



(d) gewapend beton, met of zonder voegen



(e) staalvezelbeton, zonder voegen



kosten hiervoor blijven beperkt. Van gewapend beton is hier evenwel nog geen sprake. Meestal wordt een doorgaand wapeningsnet geplaatst met een maaswijdte van 150 mm en een diameter van 6 of 8 mm. Met een dergelijk net en bij gewone vloerdiktes (130 tot 200 mm) is scheurvorming echter geenszins te vermijden. Daarom zijn ook bij dit concept ingezaagde voegen nodig om scheuren te lokaliseren. De aanwezigheid van het net ter plaatse van de ingezaagde voegen zal de scheurwijdte in die mate beperken dat de granulaten in elkaar blijven haken en dwarse lastoverdracht mogelijk blijft. Zo kan in de meeste gevallen het plaatsen van deuvels vermeden worden. Om de scheurwijdte ter hoogte van de ingezaagde voegen te beperken wordt aangenomen dat uitzettingsvoegen om de 20 à 30 m nodig zijn. Zij nemen een belangrijk deel van de thermische bewegingen op.

Over de plaats van de wapeningen bestaan verschillende opvattingen. Op basis van de vorige redenering is het duidelijk dat de wapening niet mag worden doorgezaagd, want dan wordt het scheurbeperkend effect teniet gedaan. In de meeste gevallen wordt de wapening geplaatst in de onderste helft van de plaat, met een betondekking van ongeveer 50 mm. Een dergelijke plaatsing heeft geen effect op het fenomeen van *curling*, dat vrij kan optreden, noch op het ontstaan van bijkomende scheuren buiten de voegen. Daartoe zou het net op geringe diepte (40 tot 60 mm) onder het bovenvlak moeten liggen. Omdat het echter in vele gevallen doorgezaagd wordt, is één net bovenaan dus alleen nuttig voor de verbetering van het krimp- en scheurgedrag van de individuele plaatdelen. Een enkel net onderaan zorgt vooral voor een betere lastoverdracht. De combinatie van beide levert beide voordelen op. De plaatsing van het bovennet vraagt echter meer zorg en wordt dan ook om economische redenen vaak achterwege gelaten.

• Staalvezelbeton met ingezaagde voegen (fig. 3c)

Dit concept kent veel succes en wel om verschillende redenen. Door het toevoegen van een voldoende hoeveelheid vezels wordt de samenhang na scheurvorming verbeterd. De vezels zorgen dus voor een beveiliging tegen dwarse verplaatsingen – een gelijkaardig effect als bij de plaatsing van een lichte wapening. De te gebruiken hoeveelheid is afhankelijk van het vezeltype en varieert van 25 tot 35 kg/m³ beton. Tegelijkertijd wordt ook de schokweerstand verbeterd. Voorwaarden zijn evenwel dat de betonsamenstelling wordt aangepast en dat een goede mengtechniek wordt gebruikt.

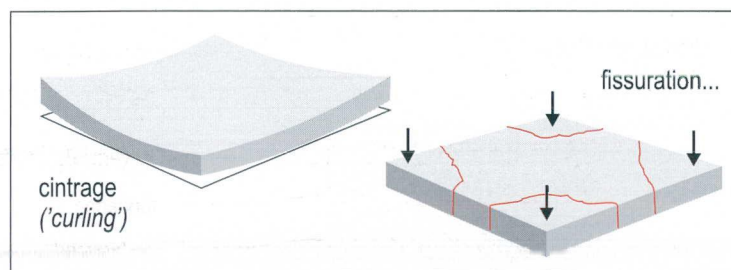
Het grote voordeel van de staalvezeltechniek is van praktische aard. Het plaatsen van wapening in grote velden – een zeer arbeidsintensieve onderneming – wordt overbodig. Tevens blijft de bouwplaats tijdens het storten toegankelijk voor voertuigen.

• Gewapend beton met of zonder voegen (fig. 3d)

Vanaf een wapeningspercentage hoger dan 0,15 % (in één vlak en één richting) is er sprake van een bedrijfsvloer in gewapend beton. Het is mogelijk onderwapening en bovenwapening te combineren. De wapening kan in hoofdzaak ontworpen zijn om buigmomenten ten gevolge van externe belastingen en zettingen op te nemen. In dat

Fig. 3: Types betonverhardingen voor bedrijfsvloeren

Fig. 4: Opkrullende hoeken van een betonplaat bij 'curling' of schoteling



geval zullen toch verdeelvoegen ingezaagd worden, waardoor de bovenwapening niet meer continu is. Het percentage aan onderwapening is zo groot dat onder de verdeelvoegen geen deuvels nodig zijn. Om belangrijke thermische dilataties mogelijk te maken is het aangewezen minstens om de 50 m een uitzettingsvoeg met lastoverdracht door glijdeuvels of een speciaal voegprofiel te voorzien. Voor een optimale werking van deze uitzettingsvoegen is het sterk aan te raden een dubbele glijfolie te plaatsen en de vlakheid van het draagvlak te verzorgen.

Behalve voor de stabiliteit kan de wapening echter ook berekend zijn om de scheurvorming ten gevolge van krimp en thermische dilatatie volledig te beheersen. Dit wil zeggen dat de scheurwijdte in functie van de blootstellingsklasse onder een bepaalde waarde blijft. Hiervoor is zowel een bovenwapening als een onderwapening nodig. Mits een voldoende zware continue wapening kan de afstand tussen de verdeelvoegen zodanig worden opgedreven (tot 50 m) dat er eigenlijk sprake is van naadloze vloeren. De enige overblijvende voegen zijn uitzettingsvoegen aan de randen van deze vakken. Omdat alle thermische bewegingen en de krimp in deze voegen geconcentreerd zijn, moeten de voegprofielen in staat zijn grote langse en dwarse relatieve verplaatsingen te ondergaan. Een goede werking van de glijfolie is van zeer groot belang om te wijd opengaande scheuren te vermijden. Ook de contactvoegen met andere bouw delen moeten grote bewegingen toelaten. Het wapeningspercentage in één richting (onder- en bovenwapening samen) bedraagt minstens 0,65%.

• Monolietvloeren in staalvezelbeton (fig. 3e)

Dezelfde redenering als hierboven is van toepassing op staalvezelbeton. Een verhoogd staalvezelgehalte (40-45 kg/m³) laat toe de scheurvorming zodanig te beheersen dat langere velden van 30 m en meer kunnen gerealiseerd worden. Een voldoende betonkwaliteit is bij deze toepassing van essentieel belang (min. C30/37).

Ook de glijfolie tussen fundering en betonverharding is onontbeerlijk voor het goed functioneren van de uitzettingsvoegen. Om te grote scheuren te vermijden dient bij de berekening zeer veel

aandacht te worden besteed aan de spanningsopbouw tengevolge van krimp. Het succes wordt in belangrijke mate bepaald door het gebruik van beton met een lage krimp en door de omgevingsvoorwaarden tijdens de verharding (niet te snelle uitdroging).

• Monolietvloeren in voorgespannen beton

Uitzonderlijk kunnen monolietvloeren worden ontworpen in voorgespannen beton. Bijvoorbeeld is het mogelijk voorspankabels zonder aanhechting in te storten en na voldoende verharding van het beton aan te spannen. Deze methode vereist een veel lagere hoeveelheid (voerspan)staal in vergelijking met een monolietvloer in gewapend beton. De uitvoering is evenwel veel delica ter en vereist specifiek vakmanschap. Bovendien mag de vloer achteraf niet meer ingezaagd of geperforeerd worden.

• Verstijfde vloeren en vloeren op palen

Bij een zeer slappe, samendrukbare, onregelmatige of twijfelachtige ondergrond kan het nodig zijn de vloer een verhoogde stijfheid te geven of een fundering op palen te voorzien. De vloer krijgt dan het karakter van een vrijdragende vloer, met dat verschil dat er geen werkelijk instortingsgevaar is. In vele gevallen maakt de vloer dan meteen volledig deel uit van het stabiliteitsconcept van het gebouw.

Het is mogelijk onder de vloer een balkenrooster in gewapend beton te voorzien dat er monoliet mee verbonden is. Het balkenrooster kan geheel of gedeeltelijk in de vloer zijn verzonken. De eigenlijke vloer kan uitgevoerd zijn in gewapend beton. Ook staalvezelbeton is mogelijk indien de velden niet te groot zijn en de vloer voldoende dik is.

Het balkenrooster kan ook weggelaten worden en bijvoorbeeld vervangen door een paddestoelvloer die rust op palen of putten. Ook voor deze oplossing bestaan varianten in gewapend en staalvezelbeton.

Dergelijke concepten zijn vrij specifiek. Zij dienen ondersteund te worden door studies waarbij de aannemer, door de aanwending van speciale technieken, een belangrijke bijdrage kan leveren.

GEVOLGEN VAN DE KEUZE VAN EEN CONCEPT

De keuze van een bepaald concept heeft belangrijke gevolgen voor de eigenschappen van het beton en voor de nauwkeurigheid van de uitvoering.

Plaatdikte

Dikkere platen zullen over het algemeen een robuuster gedrag vertonen. Ze zijn minder gevoelig voor opkrullen en het afbreken van hoeken. Tevens hebben ze een betere weerstand tegen ponsbelastingen is hoger. Besparingen op de betondikte om de kost van wapening of staalvezels te compenseren kunnen onaangename gevolgen hebben.

Vlakheid van het draagvlak

Naarmate men overgaat naar grotere voegafstanden en uiteindelijk naar voegloze vloeren, is men steeds afhankelijker van de vlakheid van het draagvlak en de verzorgde plaatsing van de glijfolie.

Plaats van wapening en vezels

Hoe belangrijker de rol van de wapening, hoe meer aandacht dient te worden besteed aan de correcte plaatsing ervan. Ook voor vezels geldt dit principe. Door betontechnologische maatregelen dient men ervoor te zorgen dat de vezelverdeling in plaats en richting zo uniform mogelijk is.

Betonkwaliteit

Voor vloeren wordt aanbevolen niet te werken met sterkteklassen lager dan C 25/30. Voor ongewapend, licht gewapend of zeer massief beton kan het soms nog verantwoord zijn te kiezen voor klasse C 20/25. Maar voor staalvezelbeton is deze klasse niet meer aangewezen wegens de ontoereikende vezelhechting. Voor vloeren onderworpen aan hogere belastingen en met een meer kritische dimensioneringsmethode is het aan te raden over te schakelen op klasse C 30/37.

DIMENSIONERING

De belangrijkste parameters die een rol spelen bij de dimensionering van een bedrijfsvloer, zijn :

- het draagvermogen van de grond;
- de trekweerstand van het beton;
- de belasting die op het beton wordt uitgeoefend;
- de beheersing van de scheurvorming ten gevolge van bijvoorbeeld krimp.

Onder *draagvermogen* van de grond verstaat men zijn vermogen om de uitgeoefende belasting op te vangen. In het geval van een bedrijfsvloer in beton wordt dit vermogen over het algemeen gemeten aan de hand van een plaatbelastingsproef. Het wordt uitgedrukt door de verhouding (N/mm^3) tussen de uitgeoefende druk (N/mm^2) op de plaat en de indringing (mm). Deze verhouding, reactiemodulus of beddingconstante genoemd, wordt vaak aangeduid met de letter K. Hoe lager de waarde van K, hoe meer vervormbaar de grond.

Het draagvermogen kan eveneens worden uitgedrukt door de CBK-waarde (*Californian Bearing Ratio*). Dit is de verhouding, in procent uitgedrukt, tussen de belasting die nodig is om een standaardzuiger in de grond te drukken en een referentiebelasting.

In tabel 1 staan de gemiddelde K en CBR waarden, gemeten op een reeks van veel voorkomende ondergronden.

Als het beddingsgetal K lager is dan $0,030 N/mm^3$, moeten maatregelen worden genomen om de eigenschappen van de ondergrond zodanig te verbeteren dat de minimale waarde voor K verkregen wordt. Een andere funderingsmethode (hijvoorheeld palen) kan eveneens worden overwogen. In het eerste geval kan een van de volgende technieken worden toegepast :

- verbetering van de ondergrond naargelang van de aard ervan door verdichting of stabilisatie met kalk en/of cement;
- vervanging van de minderwaardige grond door zand, grindzand, gerecycleerde materialen,... en verdichting tot de gewenste verdichtingsgraad (en dus de gewenste K-waarde) is verkregen.



Sun Chemical Enterprises



De Joris

Bij het ontwerp van de bedrijfsvloer moeten statische en/of mobiele lasten correct worden ingeschat.

Tabel 1 : Gemiddelde CBR- en K-waarden voor een reeks veel voorkomende grondsoorten

Grondsoort	Vervormbaarheid onder aslast van 13 t	CBR-waarde (%)		Reactiemodulus K van de grond (Westergaard) (N/mm^3)
		Lage grondwaterstand (> 60 cm onder maaiveld)	Hoge grondwaterstand (≤ 60 cm onder maaiveld)	
Fijne kleigrond, met water verzadigd	Verkeer praktisch omogelijk; zeer vervormbaar	2 – 3	0 – 2	$\leq 0,025$
Kleileem	Diepe wielsporen; zeer vervormbaar	3 – 10	2 – 5	0,025 – 0,050
Klei- of leemhoudend zand of grindzand	Ondiepe wielsporen licht vervormbaar	10 – 20	5 – 10	0,050 – 0,075
Goed gegradeerd zand, grindzand	Zeer weinig vervormbaar	20 – 50	10 – 30	0,075 – 0,150
Verdicht grindzand	Geen spoorvorming onvervormbaar	> 50	30 – 50	> 0,150

De belasting op de vloer veroorzaakt een buigmoment. Hierdoor ontstaan over het algemeen drukspanningen bovenaan in de vloer en trekspanningen onderaan. Daar beton minder goed weerstand biedt aan trek dan aan druk, is zijn *buigtrekweerstand* bepalend.

Voor wegen speelt vooral de vermoeiingsfactor een belangrijke rol. Hij wordt doorgaans bepaald door het aantal bedrijfsvoertuigen dat dagelijks de wegverharding belast. Voor bedrijfsvloeren daarentegen zijn hoofdzakelijk de aard en de *grootte van de belasting* determinerend. Om veiligheidsredenen moeten dus altijd de spanningen onder de grootst mogelijke optredende belasting worden gecontroleerd.

De belasting die wordt uitgeoefend op bedrijfsvloeren, kan van verschillende aard zijn :

- statische belasting afkomstig van opgeslagen goederen. Zij kan ofwel gelijkmatig verdeeld zijn over (een deel van) de vloer, ofwel op één punt of in stroken via de stijlen van de rekken op de vloer worden overgedragen. Deze belasting leidt tot zettingen en/of de doorbuiging van de vloer.
- mobiele belasting veroorzaakt door de wielen van laad- en lostoestellen en andere voertuigen. Deze belasting leidt bovendien tot:
 - vermoeiingsverschijnselen door herhaling en wisseling van de spanningsrichting;
 - dynamische invloeden te wijten aan het remmen en het overschrijden van drempels of voegen;
 - eventuele dynamische belastingen uitgeoefend door bepaalde machines.

Het is belangrijk dat de ontwerper perfect de belasting inschat die op de vloer wordt uitgeoefend. Het WTCB (1997) heeft belastingsklassen gedefiniëerd die toelaten gedetailleerde voorschriften op te stellen met betrekking tot elke laag van de bedrijfsvloer (zie tabel 2).

De *scheurvorming* onder invloed van rechtstreekse belasting en/of verhinderde vervorming zoals krimp is vrijwel onvermijdelijk. Een belangrijk deel van de hydraulische krimp heeft over het algemeen plaats vóór de ingebruikneming van de vloer, de rest daarna. Krimp veroorzaakt trekspanningen, die nog toenemen door de wrijving

van de vloer over de ondergrond. De voegen hebben tot doel de scheurvorming te beheersen en te lokaliseren. Ze absorberen bovendien de krimp en maken de beweging van de vloervelden mogelijk, wat de spanningen doet afnemen. De voegafstand is afhankelijk van de krimp eigenschappen van het beton, van de kenmerken van de hechting van de vloer aan de ondergrond en van de vloerdikte. *Tabel 3* geeft de aanbevolen tussenafstanden weer in functie van de plaatdikte.

Plaatdikte	Voegafstand
12 cm	3,00 m
14 cm	3,50 m
16 cm	4,00 m
18 cm	4,50 m
20 cm	5,00 m
22 cm	5,50 m
24 cm	6,00 m
26 cm	6,00 m

Tabel 3: Aanbevolen voegafstand in functie van de plaatdikte

Voor een nauwkeurige dimensionering wordt de lezer aangeraden gespecialiseerde literatuur te raadplegen. Bij wijze van voorbeeld wordt hierna (zie kader op volgende blz.) aangegeven hoe de minimale vloerdikte kan worden bepaald in functie van het aantal keren dat een vloer aan een mobiele last wordt blootgesteld, en dit voor een vooraf vastgestelde levensduur. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen 4 soorten funderingen, 3 types belastingen en 2 soorten voegen, al dan niet met deuvels – door deuvels te voorzien ter plaatse van de voegen wordt de lastoverdracht daar verbeterd en de vloerdikte verminderd.

Het draagvermogen wordt uitgedrukt door de beddingconstante K en bedraagt 0,030 N/mm³. Ook voor enkele hogere K-waarden is de vloerdikte aangegeven.

Tabel 2 : Belastingsklassen (WTCB, 1997)

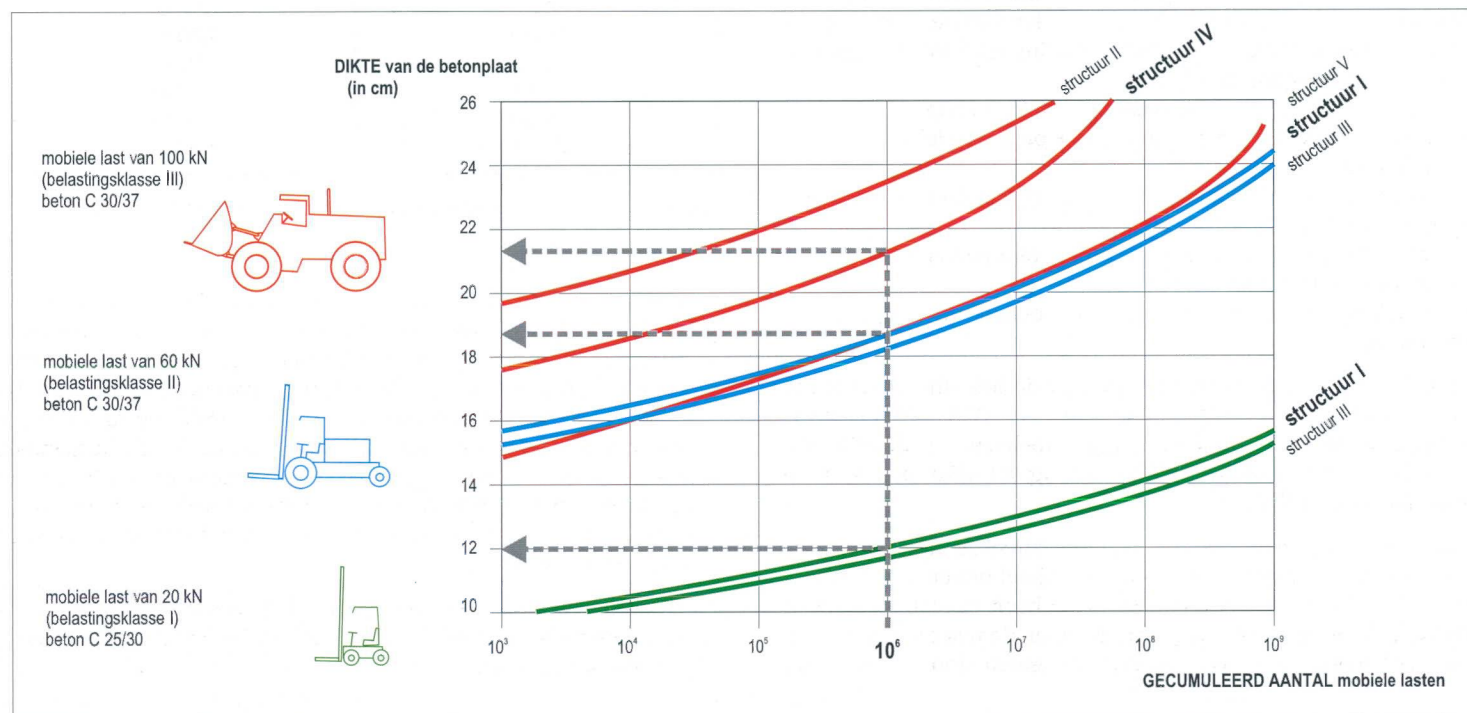
Klasse	Belasting	Voorbeelden van toepassingen
I Licht	$p_{nom} \leq 15 \text{ kN/m}^2$ $F_{nom} \leq 20 \text{ kN}$	-stapelrekken tot maximum 5 m hoogte -heftrucks, hefvermogen $\leq 20 \text{ kN}$ -stapelheftrucks, hefvermogen $\leq 12 \text{ kN}$ <i>Tot deze klasse behoren doorgaans ateliers voor lichte industrie en parkeergebouwen voor personenwagens.</i>
II Middelmatig	$15 \text{ kN/m}^2 < p_{nom} < 50 \text{ kN/m}^2$ $20 \text{ kN} < F_{nom} < 100 \text{ kN}$	-stapelrekken met een hoogte van 5 tot 10 m -heftrucks, hefvermogen 20 tot 90 kN -stapelheftrucks, hefvermogen 12 tot 50 kN <i>Tot deze klasse behoren de meeste magazijnen voor stapelgoederen.</i>
III Zwaar	$p_{nom} \geq 50 \text{ kN/m}^2$ $F_{nom} \geq 100 \text{ kN}$	-stapelrekken met een hoogte van meer dan 10 m -heftrucks, hefvermogen $\geq 90 \text{ kN}$ -speciale voertuigen (bijv. vliegtuigen) <i>Tot deze klasse behoren doorgaans gebouwen voor bulkopslag, magazijnen met hoge stapelrekken en ateliers voor zware industrie.</i>
p_{nom} : gelijkmatig verdeelde belasting, nominale waarde F_{nom} : puntlasten, nominale waarde; hefvermogen van heftrucks, stapelheftrucks, enz.; wiellast van andere voertuigen		

BEPALING VAN DE BETONPLAATDIKTE

In aanmerking genomen typedoorsneden :



Bepaling van de plaatdikte in het geval van grond met beddingconstante $K = 0,030 \text{ N/mm}^3$:



Voorbeeld:

- hypothese: de zwaarste lasten zijn de mobiele lasten
- aantal mobiele lasten dat per werkdag over de te dimensioneren vloer rijdt: maximum 150
- aantal werkdagen per jaar: 230

⇒ de minimumdikte van de betonplaat voor een geschatte levensduur van 30 jaar bedraagt:

- 12,0 cm voor mobiele lasten van 20 kN (structuur I)
- 19,0 cm voor mobiele lasten van 60 kN (structuur I)
- 21,5 cm voor mobiele lasten van 100 kN (structuur IV)

(dikte fundering 20 cm, lastoverdracht ter plaatse van de voegen niet verbeterd door deuvels – d.w.z. structuur I of IV)

Plaatdiktes voor grond met grotere draagkracht ($K > 0,030 \text{ N/mm}^3$):

Structuur			I		IV
Belasting			20 kN	60 kN	100 kN
K =	0,030	N/mm ³	12,0 cm	19,0 cm	21,5 cm
	0,050		11,5 cm	18,5 cm	21,0 cm
	0,075		11,5 cm	18,0 cm	20,0 cm
	0,150		11,0 cm	17,0 cm	19,0 cm



dit bulletin is een publicatie van:
FEBELCEM - Federatie van de
Belgische Cementnijverheid
Voltastraat, 8 - 1050 Brussel
tel. (02) 645 52 11
fax (02) 640 06 70
<http://www.febelcem.be>
e-mail: info@felbelcem.be

auteur:
Ir C.Ploaert

foto's:
A.Nullens

verantw.uitgever:
J.P. Jacobs

wettelijk depot:
D/2000/0280/07

BIBLIOGRAFIE

Cementgebonden bedrijfsvloeren
Technische voorlichting 204
Brussel : WTCB, juni 1997

RIGO J.M. (red.)
Séminaire 'Sols industriels en béton: conception, dimensionnement, réalisation et pathologie'
Luik : CERES, Université de Liège, 28 januari 1999

BOUQUET G. Chr. ; FRENEY F.W.
Betonnen bedrijfsvloeren en bedrijfsverhardingen
's Hertogenbosch : VNC, oktober 1998

Concrete Floors on Ground, second edition
Illinois : PCA, 1990

DE BLAERE B.
Beton voor cementgebonden bedrijfsvloeren
Brussel : november 1997
Studiedag KVIV 'Bedrijfsvloeren'

Floor 1.0 - Software voor elastisch ondersteunde betonvloeren en betonverhardingen
Gouda : CUR, 1998

