

VOBN

Bouwen met betonmortel

Betonbouw gids 2012

Colofon

Samenstelling en redactie

VOBN, Veenendaal

J. Heuveling

R. Kerkhoven

Ontwerp en vormgeving

Springvorm Graphic Design, Sint-Michielsgestel

Grafische verzorging en druk

Schotanus&Jens, Nieuwegein

Foto's

VOBN, Veenendaal

Vincent van den Hoven, Voorschoten

Mark Zeilstra, Sint-Michielsgestel

Bouwen met betonmortel is een herziene uitgave van de Gietbouw-pocket 2009 en wordt uitgegeven door VOBN, Vereniging Ondernemers Betonmortelfabrikanten Nederland

Verkoopprijs € 8,50

ISBN 978-90-79964-00-0

NUR-code 955

© Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen of vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de redactie.

Bij veel bouwwerken is beton een onmisbaar product. Voor een goed eindresultaat is aandacht voor de verwerking van ter plaatse gestort beton essentieel. Kennis en vakmanschap zijn daarbij belangrijke voorwaarden.

VOBN

Leden van VOBN willen bijdragen aan de kwaliteit en duurzaamheid van betonconstructies. Zij leveren hoogwaardige en gecertificeerde betonmortel. Met het uitbrengen van deze *Betonbouwids 2012* leveren zij ook een bijdrage aan de beschikbaarheid van kennis en informatie over bouwen met betonmortel.

Voor specifieke vragen over eigenschappen van betonmortel kunt u direct uw eigen VOBN-centrale benaderen.



Kennis en kunde

Informatie-uitwisseling en communicatie zijn kernbegrippen om bouwwerken te realiseren. Het gebruik van BouwInformatie Modellen zal meer toenemen met een direct gevolg van meer ketensamenwerking.

Op de bouwplaats komt alles bij elkaar. Daar moet en kan industrieel en efficiënt worden samengewerkt ook in de betonbouw. Voor de ontwikkeling, voorbereiding en uitvoering van betonconstructies is kennis en kunde noodzakelijk. Ter ondersteuning van reeds beschikbare kennis en ervaring biedt deze *Betonbouwids* een naslagwerk op diverse onderdelen.

Hierin vindt u praktische informatie in tekst, tabellen en illustratie. Tevens zijn er veel verwijzingen naar websites, illustraties en overige kennisinstituten.

www.duurzaambeton.nl

Website met informatie over beton en duurzaamheid.



Duurzaam beton

Bouwen en beton hebben ook in alles een relatie met duurzaamheid. Dit betreft zowel de levensduur van betonconstructies, milieuaspecten en Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen. Deze praktische gids is vooral gericht op kwaliteit van betonconstructies en dus op levensduur.

Op de site www.duurzaambeton.nl en in de uitgave *Beton Bewust* worden ook de milieuaspecten belicht.



INHOUD	
Colofon	2
Inleiding	3
Inhoud	4
1 BETONMORTEL	6
Beton	6
Grondstoffen voor beton	7
Beton op maat	9
Beton en duurzaamheid	10
Duurzaamheidsverklaring	11
Betonmortel leveren op prestatie	12
Begroten van betonmortel	14
Bestellen en afroep van betonmortel	16
Certificering van betonmortel	18
2 KEUZE BOUWMETHODE	19
Gietbouw Informatie Model (GIM)	19
Keuze: warme of koude gietbouw	20
Snelle bouwcyclus	23
Verhardingsbeheersing	24
3 WERKVOORBEREIDING	25
Normen en voorschriften	25
Model-werkplan	30
Funderingspalen	31
Fundaties	32
Type bekisting	36
Wapening	41
Afstandhouders; dekking op wapening	44
Installaties	46
Breedplaatvloer	49
Monolietvloer	54

4 UITVOERING	59
Ontkistingsmiddelen	59
Transport op de bouwplaats	61
Beton storten	64
Verdichten van betonmortel	68
Stortonderbrekingen	71
Bekistingsdruk	75
Doorstempelen en herstempelen	77
Ontkisten	80
Nabehandelen	82
5 UITVOERING EN CONTROLE	84
Keuringsplan	84
Toleranties voor betonoppervlakken	85
Voorkomen van scheurvorming	88
Beton in de winter en in de zomer	90
6 KAM	92
Veiligheid en gezondheid	92
Betonbekisting en veiligheid	93
Windbelasting op bekisting	94
7 SCHOLING, OPLEIDING, DIENSTVERLENING	94
GIETBOUWCENTRUM	96



BETON

De moderne betonmortelindustrie biedt een breed pakket aan materialen om voor elke toepassing de meest optimale betonmortel samen te stellen.

De hoofdbestanddelen van beton zijn grind, zand en cement. Globaal uitgangspunt voor de verhouding in volumedelen is 3 : 2 : 1. Een gevarieerde opbouw van de verschillende korrel-diameters van grind en zand vormen het skelet van beton. Cement en water vormen de lijm waarmee het mengsel een drukvast materiaal wordt.

Op basis van de geldende normen stelt de constructeur eisen aan de sterkte en duurzaamheid van het verharde beton in de gebruiksfase. De uitvoering stelt eisen aan de verwerkbaarheid en veelal aan de vroege sterkte in verband met een korte bouwcyclus en een snelle ontkisting. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met omstandigheden zoals transport, logistiek en klimaat. In toenemende mate wordt aandacht gevraagd voor het milieueffect bij de samenstelling van beton. Goede communicatie en afstemming moet leiden tot een optimaal proces binnen deze, soms tegenstrijdige, eisen. Zie hiervoor ook pag. 16: *Bestellen en afroepen van betonmortel*.

► Voor de samenstelling van beton worden onderscheiden:

- Toeslagmaterialen (bijvoorbeeld zand en grind)
- Vulstoffen
- Cement (bindmiddel)
- Water
- Hulpstoffen

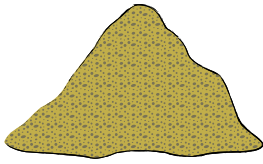
► Betontechnologie kent de begrippen:

Cementlijm of pasta	= cement + water
Mortelspecie	= cement + water + fijn toeslagmateriaal < 4 mm
Betonspecie	= cement + water + toeslagmateriaal < en > 4 mm

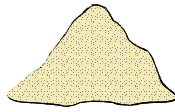
Voor meer informatie:
www.gietbouwcentrum.nl



In een betoncentrale worden de hoofdbestanddelen toeslagmateriaal, cement en water gemengd tot **betonspecie**. Na verharding wordt dit **beton**.



grind



zand



cement



vulstoffen



water



hulpstoffen

beton



Informatieblad

Betonmortel-specificaties voor de bestelling

Gratis aanvragen of downloaden
www.gietbouwcentrum.nl

Betongranulaat

Gebroken beton als toeslagmateriaal voor beton.



GRONDSTOFFEN VOOR BETON

In de loop van de tijd zijn de keuzemogelijkheden in grondstoffen om beton samen te stellen steeds groter geworden. Voor een deel is dat ontstaan vanuit de wens om eigenschappen van betonmortel en beton te beïnvloeden en te sturen. Het pakket aan grondstoffen is ook veranderd en aangevuld vanuit de zorg voor milieu en duurzaamheid.

Voor hoogwaardige betonconstructies met complexe vormen moet betonmortel plastisch en zo mogelijk verdichtingsarm zijn. Hiervoor zijn nieuwe hulpstoffen ontwikkeld.

De hulpstoffen worden in zeer kleine hoeveelheden gedoseerd, worden volledig gebonden in de betonmatrix, zijn niet toxisch en geven geen uitloging.

Overzicht van grondstoffen (meest voorkomend)

Grof toeslagmateriaal, korrelgroep 4/32 (63)

- Riviergrind
- Betongranulaat
- Zeegrind
- Harde kalksteen
- Graniet
- Geëxpandeerde kleikorrels (voor lichtbeton)

Fijn toeslagmateriaal, korrelgroep 0-4 nom

- Rivierzand
- Betonbrekerzand
- Zeezand
- Geëxpandeerde kleikorrels



Bindmiddelen

- Portlandcement CEM I
 - Hoogovencement CEM III
 - Samengesteld portland cement CEM II
- } Zie NEN-EN 197-1
- (is een combinatie van portland met poederkoolvlieggas en gemalen hoogovenslak)
- Overige cementen



Vulstoffen < 0,063 mm

- Poederkoolvliegas
 - Silicafume
 - (Kalk)steenmeel
- } Deze vulstoffen hebben tevens een bindmiddelfunctie (k-factor)



Water

- Leidingwater (hergebruik na recycling van betonmortel)
- Recyclewater
- Oppervlaktewater

Hulpstoffen

- Waterreducerende hulpstof, (super)plastificeerders
- Polycarboxylaten (derde en volgende generaties hulpstoffen)
- Luchtbelvormers
- Vertragende hulpstof
- Versnellende hulpstof

Aanmaakwater

Oppervlaktewater (i.p.v. kraanwater).

Hoogovenslak cement

Bindmiddel met een beperkt CO₂-profiel.

Poederkoolvliegas

Bindmiddel en/of vulstof met een beperkt CO₂-profiel.

Recycling water

Water met betonslib (na uitspoelen van restbeton).

Grondstoffen voor specifieke toepassingen

- | | |
|---|----------------|
| • Licht toeslagmateriaal, grof en fijn | Lichtbeton |
| • Zwaar toeslag materiaal, grof en fijn | Zwaarbeton |
| • Kleurpigment (tevens vulstof) | Gekleurd beton |
| • Staal -en kunststofvezels | Vezelbeton |

Grondstoffenpakket

Betonmortelcentrales stellen betonmortel samen, zodanig dat deze zo optimaal mogelijk voldoet aan de door de afnemer gewenste prestaties. Hiervoor hebben zij een aantal van de genoemde grondstoffen ter beschikking. Het is echter voor betonmortelcentrales niet mogelijk om ten behoeve van betonmortel met specifieke eigenschappen, elke grondstof uit voorraad beschikbaar te houden. Tijdige afstemming is hier gewenst.





BETON OP MAAT

De kennis van betonmortelleveranciers aangesloten bij VOBN maakt het mogelijk de eigenschappen van beton af te stemmen op de gewenste prestaties. De belangrijke ontwerpcriteria voor de gebruiksfase van betonconstructies zijn de veiligheid, levensduur en weerstand tegen omgevingsinvloeden, dus de sterkteklasse en milieuklasse. Maar ook aan het gewicht van beton of voor bijzondere toepassingen kunnen eisen worden gesteld. Voor schoon beton kunnen prestaties gevraagd worden in de vorm van kleur en textuur. Op het moment van uitvoering zijn er ook eisen aan de verwerkbaarheid, de verpompbaarheid, het moment van afwerken en het moment van ontkisten. Tegenwoordig wordt ook gevraagd naar het milieuprofiel van beton. Door het maken van keuzes in grondstoffen en bindmiddelen kan de betonmortelleverancier ook hierin sturen. Soms leiden al deze mogelijkheden tot tegenstrijdigheden in de eigenschappen. In goed overleg tussen opdrachtgever en leverancier wordt de optimale samenstelling bepaald. Betonmortel wordt op maat geleverd.

Keuze aspecten

Voor bouwwerken en bouwdelen wordt beton op maat en op bestelling samengesteld. De betekenissen zoals sterkteklasse en duurzaamheid moeten worden gerealiseerd door een goede keuze en samenstelling te maken uit de beschikbare grondstoffen. Waar prestatie-eisen en beschikbaarheid van materialen dit toestaan, kan tevens gekozen worden voor betongranulaat uit het oogpunt van ketenbeheer en klinkerarmcement voor beperking van CO₂-emissie.

Specifieke eisen vragen om specifieke samenstellingen. Uw VOBN-centrale kan u informeren en adviseren over de vele mogelijkheden.

Betonspecie of betonmortel

Binnen het vakgebied van Betontechnologie is de samenstelling van toeslagmaterialen, bindmiddelen, water en eventueel vul- en hulpstoffen: betonspecie. Dit begrip wordt dan ook gebruikt in het eerste deel van *de Betonbouwgijs*.

In de werkvoorbereiding en uitvoering wordt in deze zelfde samenstelling gesproken over betonmortel tijdens het transport en het storten. Vanaf de aanvang van de verharding noemen we het materiaal beton.

► Beton in constructieve toepassingen

Soort	Omschrijving	Voorbeeld
Ongewapend beton	Zonder wapening	Werkvloer, onderwater beton, bermverharding
Gewapend beton	Met traditionele wapening	Fundering, vloeren, kolommen, brugpijlers
Voorgespannen beton	Met voorspanning (met of zonder aanhechting)	Vloeren, brugdekken, silo's
Staalvezel beton	Met één of meer soorten staalvezels	Bedrijfsvloeren, wanden
Vezelversterkt beton	Met kunststofvezels, eventueel gecombineerd met staalvezels of wapening	Vloeren, rotondes, brandwerende constructies

► Beton benoemd naar bouwdeel, functie of eigenschap

(Normaal)beton	Beton in gangbare sterkte- en milieuklassen	Fundering, wanden, vloeren
Hoge sterkte beton	Sterkteklassen C12/15 t/m C100/115 vallen in de regelgeving NEN EN 206-1	Beton met sterkte klasse C55/67 en hoger valt binnen de normale regelgeving, maar vraagt extra aandacht in samenstelling en verwerking
Licht beton	Volumieke massa $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$	Beton voor gewichtsbeparende constructiedelen
Zwaar beton	Volumieke massa $> 2600 \text{ kg/m}^3$	Veelal stralingwerende constructies
Vloestofdicht beton	Hoge weerstand tegen indringing van vloeistoffen	Garages, kuilvoer (landbouw), opslag agressieve stoffen
Schoonbeton	In het zicht blijvende vlakken met eisen aan kleur, vlakheid e.d.	Infra kunstwerken, onderdelen van kantoren of woningen
Gekleurd beton	Door- en door gekleurd beton	In combinatie met schoon beton
Onderwaterbeton	Gestort op de bodem van een onder water staande bouwkuip	Tunnel toeritten, funderingsvloer voor parkeergarages e.d.
Verdichtingsarm en Zelfverdichtend beton	Hoogplastisch en homogeen betonmortel, behoeft nauwelijks of geen verdichtingsenergie	Bouwdelen met een complexe vorm of een hoge wapeningsdichtheid

Kijk voor de duurzame ambities van de VOBN op www.betonbewust.nl



BETON EN DUURZAAMHEID

Op vele gebieden is er aandacht voor de duurzaamheid van beton. Er zijn veel kansen om het milieuprofiel van betonmortel zo klein mogelijk te houden. De afnemer en de betonmortel-leverancier moeten samen afstemmen om de milieuprestatie te optimaliseren.

Voorafgaande aan de uitvoering op de bouwplaats zijn er veel mogelijkheden om de eigenschappen van beton duurzaam te benutten.

Onderdelen	Afstemming
Grondstoffen	Deels betongranulaat
Bindmiddelen	Deels hoogovencement en/of vliegas
Transport	Keuze van een betoncentrale in de omgeving (korte rijafstanden)
Ontkistingsmiddelen	Plantaardige ontkistingsolie
Bekisting	Plaatmateriaal afstemmen op het aantal stortingen
Restbeton	Apart houden en hergebruiken (breken)

Onderdeel	Bijdrage aan duurzaamheid
Draagstructuur woningen	Stabiliteit, brandwering, geluidwering, accumulerend vermogen
Utiliteit, infrastructuur	De verhardingseis 28 dagen voor constructie met uitgestelde belasting verlengen tot 56 of 91 dagen
Draagstructuur woningen en kantoren	Toepassing betonkernactivering; gunstig energiegebruik en geringer bouwvolume



DUURZAAMHEIDSVERKLARING

Leden die aangesloten zijn bij de VOBN hebben een duurzaamheidsverklaring getekend. Deze bedrijven kiezen ervoor om betonmortel te produceren waarbij evenwicht bestaat tussen economische, sociale -en milieubelangen. Hoe betonmortel bijdraagt aan de gewenste duurzame en veilige gebouwde omgeving en u kan helpen uw duurzame ambities of vraagstukken te realiseren, staat in deze verklaring. Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) maakt deel uit van het beleid van VOBN. De aangesloten bedrijven hebben ambities over de wijze waarop zij de komende tijd gezamenlijk invulling willen geven aan MVO, dit wordt weergegeven in acht thema's:

1. Goed werkgeverschap
2. Hoge prioriteit voor gezondheid en veiligheid
3. Invulling geven aan ketenbeheer
4. Reduceren van broeikasgassen en overige belasting van het milieu
5. Integriteit
6. Transparantie
7. Borging van kwaliteit van materiaal en levering
8. Bevorderen duurzame toepassing van betonmortel



BETONMORTEL LEVEREN OP PRESTATIE

In bestekken staan eisen die worden gesteld aan beton- en mortelspecie. Meestal worden voor beton de eisen aan druksterkte en duurzaamheid vastgelegd, in de vorm van sterkte- en milieuklassen. Voor uitvoering worden eisen aan de verwerkbaarheid vastgelegd zoals consistentieklassen. Betonmortel bevat echter nog andere eigenschappen. Het kennen, benoemen, beheersen en afspraken maken over deze eigenschappen kan worden omschreven als leveren op prestatie. In verschillende fasen van het bouwproces zijn eigenschappen van betonmortel in meer of mindere mate van belang.

Het proces van productie van betonmortel tot betonconstructie in de gebruiksfase wordt ingedeeld in drie fasen:

- Plastische fase
- Verhardende fase
- Verharde fase

Per fase zijn er verschillende eigenschappen waaraan eisen kunnen worden gesteld.

► Van betonmortel tot betonconstructie in 3 fasen**Plastische fase**

• Verwerkbaarheid	Consistentieklasse of andere omschrijving
• Pompbaarheid	Afstand en/of hoogte
• Homogeniteit, stabiliteit	Bleeding, ontmenging
• Verwerkingstijd	Versnellen, vertragen

Verhardende fase

• Opstijfgedrag	Aanvang binding
• Sterkteontwikkeling	Buig-treksterkte, kubusdruksterkte i.v.m. ontkisten, rijpheid
• Warmteontwikkeling	Temperatuurspanningen
• Krimpgedrag	Beheersing van scheurvorming

Verharde fase

• Gerealiseerde druksterkte	Kubusdruksterkte op 28, 56 of 91 dagen
• Vloeistofdichtheid	Vloeistofindringing
• Duurzaamheid	Chloridemigratie, 100 jaar duurzaamheid
• Kleur	Kleurstoffen, cementkeuze (grijschaal)

Een deel van deze eigenschappen wordt mede bepaald door invloeden van het klimaat zoals regen, koude, zon of harde wind, maar ook door de wijze van verwerking van betonmortel. Voor meerdere eigenschappen zijn (nog) geen toetsbare criteria vastgelegd. Deze zullen in onderling overleg moeten worden bepaald.

Voor leveren op prestatie dienen vroegtijdig afspraken gemaakt te worden tussen de partijen die betonmortel afroepen, verwerken en leveren. Met het vroegtijdig inschakelen van een VOBN-centrale haalt u kennis en deskundig advies in huis zodat dit proces zo optimaal mogelijk verloopt. Hierdoor voorkomt u faalkosten.

lid van
VOBN
www.vobn.nl



Kijk voor bedrijven
aangesloten bij de VOBN op
www.vobn.nl



BEGROTEN VAN BETONMORTEL

Betonmortel is een halffabricaat. De eigenschappen zijn door middel van de samenstelling te beïnvloeden. De betonmortel-leverancier kan sturing geven aan de eigenschappen door de soort en korrelgrootte van toeslagstoffen, de typen bindmiddelen, en het gebruik van vul- en hulpstoffen. Alle samenstellende delen bepalen ook het kostenniveau van de betonmortel. De definitieve samenstelling hangt samen met de unieke vorm en omvang van het project. Maar ook van de, op de bouwplaats, gebruikte transportmiddelen en de weersomstandigheden.

► Begroten van betonmortel			
Bouwfase	Begroting	Werkvoorbereiding	Uitvoering
Beschikbare informatie	<ul style="list-style-type: none"> • Projectspecificatie (Bestek en bestektekeningen, schoonbeton) • Constructietekeningen 	<ul style="list-style-type: none"> • Werktekeningen • Details; bouwkundig, constructie • Wapeningstekeningen • Bekistingsplan • Planning 	<ul style="list-style-type: none"> • Productieschema en routing • Transport op de bouwplaats • Seizoen en weersomstandigheden
1	<ul style="list-style-type: none"> • Hoeveelheden • Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> - (druk)sterkteklasse - milieuklassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoeveelheden • Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> - druksterkteklasse - milieuklassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoeveelheden • Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> - druksterkteklasse - milieuklassen
2		Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> - afmetingen van het bouwdeel - dichtheid van de wapening - druksterkte na X uur ontkisten 	Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> - afmetingen van het bouwdeel - dichtheid van de wapening (korrelafmeting D-max) - druksterkte: na X uur ontkisten
3			Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> - bereikbaarheid van de bouwplaats - consistentieklasse - wijze van transport (pompen, kubelen of ...) - weers- en seizoensinvloeden
Prijsvorming	Offerte betonmortel (1a) + materiaalprestatie t.b.v. werkvoorbereiding en uitvoering ----- + Calculatie	Offerte betonmortel (2a) + materiaalprestatie t.b.v. uitvoering ----- + Werkbegroting	Offerte betonmortel Prestatie (1+2+3) = Inkoop
	1b	2b	
Begrotingsruimte voor specifieke materiaal prestaties			
Offerte	1	2	3

1 Begroting

De eisen voor de gebruiksfase, het verharde beton, liggen vast in de projectspecificatie (het bestek) en de voorschriften van de constructeur. Veelal zijn deze omschreven als sterkteklasse en milieuklassen. Daarmee is slechts een beperkt deel van de gewenste eigenschappen, en dus het kostenniveau, bekend.

2 Werkvoorbereiding

In deze fase ontstaat er duidelijkheid is over de wapeningshoeveelheid, de eventuele complexe vormen, de bekisting en het uiterlijk van het beton en de keuze van de bouwmethode. Ook dit stelt eisen aan de eigenschappen van betonmortel en de kosten daarvan.

3 Uitvoering

Er is nu zekerheid over wapeningsafstanden, transport, aanvoerhoeveelheden klimaat e.d.

Alle gevraagde eigenschappen zijn duidelijk, en daarmee ook de prijs.

Het rekening houden met begrotingsruimte tijdens de fasen 1 en 2 om te komen tot een optimale samenstelling van betonmortel in de uitvoering voorkomt ongewenste compromissen.

Een optimale samenstelling van betonmortel zal de kwaliteit van de constructie verhogen, het aantal noodzakelijke manuren beperken, risico's op faalkosten verkleinen en eventuele reparaties voorkomen.





In onderstaande blokken staan de vast te stellen en uit te wisselen gegevens.

Calculatie / inkoop (A, zie pag.16)

- ▶ *Aandachtspunten*
- Controle van de informatie: bestek, tekeningen enz.
- Afstemming op omstandigheden: bouwmethode, constructie, ontkisting, transport e.d.

Werkvoorbereiding (B, zie pag.16)

- ▶ *Aandachtspunten*
- Controle op overeenstemming met omstandigheden en prestatie-eisen
- Afstemming met uitvoering: logistiek, morteltransport en planning

Uitvoering (C, zie pag.16)

- ▶ *Aandachtspunten*
- Controle op afspraken t.a.v. inkoop en voorbereiding
- Afstemmen met betonmortelleverancier: bestekseisen, omstandigheden en logistiek



Poster

Vorbereiding betonstorten
 Vraag aan bij uw VOBN-centrale
 of bij het Gietbouwcentrum.

Vorbereiding betonstorten

- ▶ *Aandachtspunten*
- Breng de ontkestingsolie dun en gelijkmatig aan.
- Maak de aansluiting op bouwdelen schoon met een magneetstok en water.
- Werk volgens het stortplan.
- Houd rekening met de stortsnelheid en hoeveelheden per vracht.
- Houd ook rekening met de weersomstandigheden.
- Bestel de betonmortel ruim van tevoren en spreek af hoe laat de truckmixers op de bouwplaats aanwezig moeten zijn.

De poster *In het werk gestort beton* van het Gietbouwcentrum geeft met behulp van plaatjes een toelichting op deze punten.

CERTIFICEREN VAN BETONMORTEL

Waarborg

Betonmortel is een hoogwaardig op specificatie geleverd halfproduct. Het handelsverkeer tussen afnemer en betonmortelproducenten is vastgelegd in de norm NEN-EN 206-1 *Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit*.

Alle VOBN-leden leveren onder KOMO-certificaat. De kwaliteit van de betonmortelsamenstelling wordt gegarandeerd door het hanteren van de norm NEN-EN 206-1 en NEN 8005.

Beton op maat

De betontechnologen van bij de VOBN aangesloten betonmortelfabrikanten beschikken over veel kennis van grondstoffen, hulp- en vulstoffen en betonsamenstelling. Zo kunnen zij voor elk bouwwerk, maar ook bij een bijzondere toepassing of een specifieke bouwwijze, ondersteuning bieden als het gaat om gewenste sterkte, snelle of trage verharding, hoge vloeibaarheid of andere eisen gesteld aan de betonmortel.

Kijk voor de bij VOBN aangesloten bedrijven op www.vobn.nl



Betonkernactivering

Actief gebruik van de betonconstructie om het energiegebruik tijdens het leven van het bouwwerk terug te dringen.



GIETBOUW INFORMATIE MODEL (GIM)

Het bepalen van een passende bouwmethode voor een project is medebepalend voor het rendement. Vooral voor binnenstedelijke projecten en combinaties van wonen, werken en parkeren, maken de keuze niet eenvoudig. Naast de hoofdlijn van projectinhoud, omvang en de omgeving zijn ook kennis van en ervaring binnen de eigen organisatie van belang. Verder kunnen details zoals overkragende vloeren of uitkragende balkons de bouwmethode ook bepalen.

Om aannemers te helpen bij de keuze van een passende bouwmethode, heeft VOBN het Gietbouw Informatie Model ontwikkeld.

Doelstelling:

- Inzicht in de keuze voor een efficiënte bouwmethode in de contractfase
- Kostenbesparing door een geïntegreerde oplossing in de uitvoering
- Reduceren van faalkosten door uitwisseling van juiste informatie

Het model is uitgewerkt in een digitale omgeving. Op basis van het eigen project kan elke stap worden doorlopen. Voor vrijwel elke stap is een checklist of zijn er aandachtspunten beschikbaar. Alle onderdelen zijn onafhankelijk te down loaden.

Voor trainingen in het werken met het GIM:

www.gietbouwinformatiemodel.nl



KEUZE: WARME OF KOUDE GIETBOUW

Warme en koude gietbouw zijn duidelijk van elkaar te onderscheiden. In warme gietbouw wordt warmte toegevoegd om de verharding te versnellen. De sterkteontwikkeling kan worden bevorderd door warmte van buitenaf toe te voegen. Met name tunnelgietbouw biedt de mogelijkheid om de ruimte onder de stalen bekisting af te sluiten en te verwarmen. Voor het verwarmen wordt meestal gas gebruikt. Beperkingen of een verbod op het opslaan van een gastank kan deze toepassing in bewoonde omgeving onmogelijk maken.

Kenmerken warme gietbouw

Vooraf beton met hoogovencement is geschikt voor versnelde verharding bij hogere temperaturen. Als maximale temperatuur wordt 60-70°C aangehouden.

Beton ontwikkelt zelf een aanzienlijke hoeveelheid warmte. Daarom hoeft niet alle energie van buiten te worden aangevoerd.

De warmte in de constructie moet worden vastgehouden. Enerzijds om het energieverbruik te beperken, anderzijds om te zorgen voor een gelijkmatige warmteverdeling. Daarom moet er een afgesloten ruimte worden gecreëerd. Dit is mogelijk door het afsluiten van tunnelbekisting aan de voor- en de achterkant. De vloeren worden afgedekt met isolatiedekens. De ontbrekende warmte wordt meestal toegevoegd met behulp van infraroodstralers. Door gasverbranding in deze stralers wordt de afgesloten ruimte tussen de wanden en de vloeren verwarmd.

De warmte kan ook worden toegevoegd door gebruik te maken van bekisting met kanalen waardoor warm water stroomt. Warmtetoevoer wordt geregeld met behulp van rijpheidscomputers.

Voor warme gietbouw komen alleen stalen bekistingen in aanmerking.

Bij koud weer is het mogelijk de betonspecie voorverwarmd aan te voeren.

Bij koude gietbouw is de betonsamenstelling zodanig gekozen dat het beton de vereiste sterkte op eigen kracht binnen de beschikbare tijd haalt. Koude gietbouw is de oplossing voor een veilig gietbouwproces in een binnenstedelijke omgeving.

Betonlexicon:
Een gevalideerde verklaring en uitleg van veel woorden en begrippen uit deze *Betonbouw*gids is te vinden op www.betonlexicon.nl



De sterkteontwikkeling wordt gerealiseerd zonder gebruik te maken van geforceerde warmtetoevoeging. Bij een combinatie van maatregelen om afkoeling van de gestorte constructie zoveel mogelijk te beperken met uitgekaste betonmortel-samenstellingen is dit mogelijk. Beheersing, controle op het proces, goede afstemming en advies met de betonmortel-leverancier is hierbij noodzakelijk.

Kenmerken koude gietbouw

Voor snelle verharding is aan de betonspecie meestal portlandcement toegevoegd. Bij lage temperaturen verhardt dit relatief snel.

De buitentemperatuur speelt een grote rol bij de keuze van de betonsamenstelling.

De bekisting en de bovenkant van de vloeren moeten worden geïsoleerd om de warmte zo goed mogelijk vast te houden. Bij veranderende weersomstandigheden kan het mengsel op het laatste moment worden aangepast. Dit vraagt een nauwe samenwerking tussen uitvoerder en betontechnoloog van de leverancier.

Koude gietbouw is voor wanden heel gangbaar. Betonwanden kunnen al bij een relatief lage sterkte ontkist worden.

Ook vloeren kunnen met koude gietbouw in een dagcyclus worden vervaardigd.

Het ontbreken van aan- en afvoer en montage en demontage van de verwarmingsinstallatie vereenvoudigt het proces.

Door het ontbreken van huur en afschrijving van de verwarmingsinstallatie wordt geld bespaard. Bovendien hoeft er geen energie te worden toegevoegd. De financiële voordelen hiervan moeten worden afgewogen tegen de meerprijs van het beton.

Koude gietbouw

Snelle bouwcyclus zonder gebruik van fossiele brandstof op de bouwplaats.



► Aandachtspunten bij betrokken partijen

Onderdeel	Warme gietbouw	Koude gietbouw	Betrokken partijen
Constructie berekening	Mogelijke optimalisatie wapening bij hogere betondruksterkte	Mogelijke optimalisatie wapening bij hogere betondruksterkte	A–B–C
	Bepaling ontkistingsterkte	Bepaling ontkistingsterkte	A–B–C
	Aanvullende eisen, maatregelen in verband met aan te storten prefabelementen	Aanvullende eisen, maatregelen in verband met aan te storten prefabelementen	A–C
Bekisting	Isoleren van eindwanden, kopschotten en randbekisting	Extra isoleren van eindwanden, kopschotten en randbekisting	A–T
		Isoleren van de binnenzijde van de tunnelbekisting	A–T
	Zeilen voor afsluiting van de tunnelbekisting	Zeilen voor afsluiting van de tunnelbekisting	A–T
	Isoleren van de bovenzijde van de bovenvelden met afdekkappen of geïsoleerde dekzeilen	Isoleren van de bovenzijde van de bovenvelden met afdekkappen of geïsoleerde dekzeilen	A–T
	Afsluiten en/of isoleren rond aan te storten onderdelen	Afsluiten en/of isoleren rond aan te storten onderdelen	A–T
	Bepaling toog in de bekisting	Bepaling toog in de bekisting	A–B–C–T
	Betonmortel	Vaststellen van sterkteklasse en milieuklasse(n)	Vaststellen van sterkteklasse en milieuklasse(n)
Bepalen betonmortelsamenstelling en ijklijn ten behoeve van rijpheidscomputer		Bepalen betonmortelsamenstelling per weerfase + ijklijn	B
Verantwoordelijkheid en beslissing ontkisten		Verantwoordelijkheid en beslissing ontkisten	A
		Dagelijks terugkoppeling info rijpheidscomputer	A–B
Bepaling gewenste consistentieklasse		Bepaling gewenste consistentieklasse	A–T
Uitvoering	Wijze van betonmorteltransport naar en op de bouwplaats	Wijze van betonmorteltransport naar en op de bouwplaats	A–T
	Controle op afspraken en randvoorwaarden	Controle op afspraken en randvoorwaarden	A
		Direct melden van afwijkingen in de voortgang, waardoor niet wordt voldaan aan overeengekomen verhardingstijd en/of isolatiemaatregelen	A–B

A Aannemer, onderaannemer B Betonmortelleverancier C Constructeur T Tunnelbekistingsleverancier, materieel dienst



Brochure

Optimalisatie van het gietbouwproces in verdiepingbouw

Gratis aanvragen of downloaden bij www.gietbouwcentrum.nl.

SNELLE BOUWCYCLUS

Eén van de voordelen van gietbouw is een snelle cyclus van stellen, storten en ontkisten. Voldoende druksterkte van het beton bij het ontkisten is hierbij een voorwaarde. Voor een beheerste en snelle sterkteontwikkeling van het beton is warmte een voorwaarde. Bij de reactie van cement met water, die plaatsvindt, in de betonmortel, komt warmte vrij. Afhankelijk van de gewenste snelheid van ontkisten en de weersomstandigheden, moet blijken of beïnvloeding van de verharding noodzakelijk is.

Voor snelle druksterkteontwikkeling zijn verschillende mogelijkheden eventueel in combinatie, toe te passen:

- Samenstelling van de betonmortel
- Isoleren
- Verwarmen van de betonmortel
- Warme gietbouw
- Koude gietbouw

Samenstelling van de betonmortel

De betonmortelleverancier kan met de samenstelling de snelheid van verharding beïnvloeden. Door de keuze van cementsoort en hoeveelheid kan de betonmortel meer warmte en een hoge beginsterkte ontwikkelen.

Isoleren

Door het gestorte betonoppervlak en eventueel de (stalen) bekisting te isoleren, wordt de warmte zoveel mogelijk vastgehouden in het verhardende beton. Dit zal een snelle sterkteontwikkeling bevorderen.

Verwarmen van de betonmortel

Een aantal leveranciers van betonmortel heeft de mogelijkheid om warm water te gebruiken bij het vervaardigen van betonmortel. Hiermee krijgt de mortel een hogere aanvangstemperatuur en/of storttemperatuur. De verharding zal daarna sneller starten.

Verhardingsbeheersing

Systeem om de verhardingscapaciteit van betonmortel optimaal te benutten.



VERHARDINGSBEHEERSING

De betonmortelcentrale biedt informatie over de sterkteontwikkeling die wordt na ca. 15 uur gerealiseerd kan worden, mits de randvoorwaarden gelijk blijven.

Recent systemen meten de ontwikkeling in het beton en de omgevingsituatie. De informatie wordt real time digitaal beschikbaar gesteld. Hiermee is het verhardingsproces op afstand te volgen en kan er snel op worden ingespeeld. Ook metingen over meerdere dagen zijn mogelijk.

Bij toepassing op de druklaag van breedplaatvloeren kan bepaald worden wanneer de onderstempeling geheel of gedeeltelijk kan worden verwijderd. Dit kan besparing van materieel en/of versnelling van het ruwbouwproces opleveren.

Leveranciers:

Verboom	www.verboomtechniek.nl
Consensor	www.consensor.nl
Concremote	www.concremote.nl



NORMEN EN VOORSCHRIFTEN

Beton volgens NEN-EN 206-1

De specificaties van beton zijn omschreven in de norm NEN-EN 206-1, aangevuld met de norm NEN 8005 voor de Nederlandse situatie. Hierin staan sterkteklasse, milieuklassen en consistentieklassen. De eerste twee zijn zgn. ontwerpcriteria die de prestaties omschrijven. De consistentieklasse is een maat voor de verwerkbaarheid van betonmortel in de uitvoeringsfase. Daarnaast kunnen specifieke eisen worden gesteld.

► Beton volgens NEN-EN 206-1 en NEN 8005

Bij het bestellen van beton de volgende specificaties opgeven

Sterkteklasse	Maat voor de sterkte van beton	Volgens opgave constructeur (in projectspecificatie)
Milieuklasse	Maat voor de omgeving waaraan het beton wordt blootgesteld	Volgens opgave constructeur (in projectspecificatie)
Consistentieklasse	Maat voor de verwerkbaarheid van betonmortel	Volgens opgave aannemer

Aanvullende eisen

Korrelgroep: Van belang voor verwerkbaarheid bijvoorbeeld bij hoge wapeningsdichtheid.

Chlorideklasse: Vooral van belang bij voorgespannen beton.

► Sterkteklassen (op te geven door constructeur)

C 12 / 15

C 20 / 25

C 30 / 37

C 35 / 45

C 45 / 55

C 55 / 67

C 60 / 75

C 70 / 85

C 80 / 95

C 90 / 105

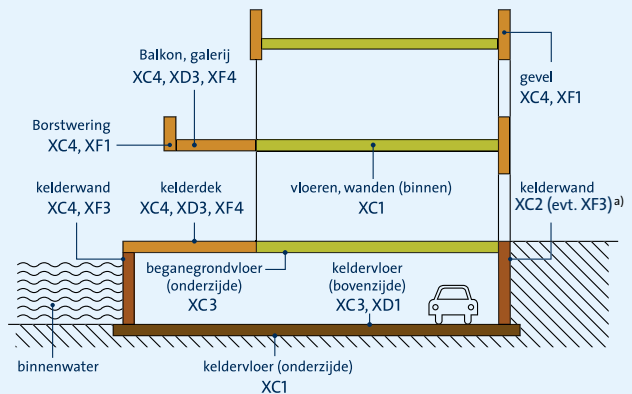
C100 / 115

┌ karakteristieke kubusdruksterkte

└ karakteristieke cilinderdruksterkte

C = concrete, beton

► Voorbeeld milieuklassen in een woongebouw



^{a)} XF3: alleen indien vorst hier als schademechanisme is te beschouwen.

Dit overzicht is een voorbeeld waaraan geen rechten kunnen worden ontleend.

► Milieuklassen (op te geven door constructeur)			betondekking c			scheurwijdte w				
Aantastingsmechanisme			Klasse	Omgeving	plaat, wand	balk, poer, console	kolom	zonder voorspanstaal	met voorspanstaal	
Aantasting wapening	Geen aantasting	X0 (0 = 'zero risk') Geen risico op corrosie of aantasting	X0	Voor beton zonder wapening of ingesloten metalen, behalve bij vorst-dooi of chemische aantasting						
		XC (C = 'carbonatation') Corrosie ingeleid door carbonatatie	XC1	Droog of blijvend nat	15	25	30	0,4	0,3	
			XC2	Nat, zelden droog						
			XC3	Matige vochtigheid	25	30	35	0,3	0,2	
Aantasting beton	Chemische aantasting	XC4	XC4	Wisselend nat en droog						
		XD (D = 'deicing salts') Corrosie ingeleid door chloriden, anders dan afkomstig uit zeewater	XD1	Matige vochtigheid						
		XD2	Nat, zelden droog	30	35	40	0,2	0,1		
		XD3 ¹⁾	Wisselend nat en droog							
		XS (S = 'seawater') Corrosie ingeleid door chloriden uit zeewater	XS1	Zouthoudende lucht						
		XS2 ¹⁾	Blijvend onder zeewater	30	35	40	0,2	0,1		
		XS3 ¹⁾	Getijde-, spat- en stuifzone							
Aantasting beton	Aantasting door vorst/dooiwisselingen met of zonder doozouten	XF (F = 'frost')	XF1	Niet-volledig verzadigd met water, zonder doozouten	25	30	35	0,3	0,2	
		XF2 ¹⁾	Niet-volledig verzadigd met water, met doozouten	30	35	40	0,2	0,1		
		XF3	Verzadigd met water, zonder doozouten	25	30	35	0,3	0,2		
		XF4 ¹⁾	Verzadigd met water, met doozouten of zeewater	30	35	40	0,2	0,1		
Aantasting beton	Aantasting door vorst/dooiwisselingen met of zonder doozouten	XA (A = 'aggressive')	XA1	Zwak agressief chemisch milieu						
		XA2	Matig agressief chemisch milieu	30	35	40	0,2	0,1		
		XA3 ¹⁾	Sterk agressief chemisch milieu							

¹⁾ De eisen uit NEN 8005 leiden hier tot een hogere sterkteklasse dan C20/25.

► **Stappenplan bepaling milieuklassen per bouwdeel**

Stappenplan geldt alleen voor gangbare constructies en niet voor bijzondere gevallen. Aan dit stappenplan kunnen geen rechten worden ontleend.

Stap 1 Bepaal situering bouwdeel en vochtigheid omgeving

Binnen		Buiten	
Droog	Vochtig	Nat	Wisselend nat en droog
Binnen verwarmde gebouwen met lage luchtvochtigheid	Buiten, beschermt tegen regen of binnen (onverwarmde) gebouwen met hoge luchtvochtigheid	Langdurig in contact met water, bijvoorbeeld funderingen onder laagste grondwaterpeil	Buiten, niet beschermt tegen regen of niet blijvend onder water

Stap 2 Kies aantastingsmechanismen die van toepassing zijn (ga verder in gekozen kolom uit stap 1)

Aantastingsmechanismen	Meerdere aantastingsmechanismen/milieuklassen per bouwdeel mogelijk			
Gewapend beton, kies altijd • Carbonatie (XC)	XC1 ¹⁾	XC3	XC2	XC4
Dooizouten of chloriden, kies • (Doo)zouten (XD)	–	XD1	XD2	XD3
Locatie aan de kust, kies • Zeewater (XS)	–	XS1	XS2	buitenlucht XS1 XS3
Bouwdeel buiten, kies • Vorst zonder dooizouten (XF) • Vorst met dooizouten (XF)	–	binnen – –	buiten XF3 XF4	niet verzadigd ²⁾ XF1 XF2 verzadigd ³⁾ XF3 XF4

Stap 3 In geval van agressieve omgeving, kies de mate van aantasting

(Zie tabel 2, hoofdstuk 4 van NEN-EN 206-1 en keuzeschema Bijlage A, tabel A1 van NEN 8005)

Agressief (XA)	XA1 / XA2 / XA3	XA1 / XA2 / XA3	XA1 / XA2 / XA3	XA1 / XA2 / XA3
-----------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

¹⁾ Bij constructies permanent onder water: XC1.

²⁾ Veelal verticale oppervlakken, niet in water en niet onder de grond.

³⁾ Veelal horizontale oppervlakken of oppervlakken onder water of onder de grond.

Met de invoering van de NEN EN 1992-1-1 (Eurocode) is de dekkingseis gekoppeld aan de constructieklassen S1 t/m S6. De tabellen 4.4N en 4.5N van de Eurocode geven de dekking in relatie tot de milieuklasse en de constructieklasse.

► Tabel 2, NEN EN 1992-1-1 / EN 206-1 : Milieuklassen en de mate van aantasting

		Aantasting wapening			
		Carbonatatie			Dooizouten
					Chloriden
Mate van aantasting	X0				
		XC1			
			XC2		
				XC3	
					XD1
				XC4	XD2
					XD3

► Tabel 4,4N NEN EN 1992-1-1

		Constructie-klasse							
Dekking C _{min} , dur (mm)	S1		10 / 15	10 / 20	15 / 25	20 / 30	25 / 35	30 / 40	
	S2		10 / 15	15 / 25	20 / 30	25 / 35	30 / 40	35 / 45	
	S3		10 / 20	20 / 30	25 / 35	30 / 40	35 / 45	40 / 50	
	S4		15 / 25	25 / 35	30 / 40	35 / 45	40 / 50	45 / 55	
	betonstaal / voorspanning	S5		20 / 30	30 / 40	35 / 45	40 / 50	45 / 55	50 / 60
		S6		25 / 35	35 / 45	40 / 50	45 / 55	50 / 60	55 / 65

► Tabel 7,1N NEN EN 1992-1-1

Scheurwijdte w	Gewapend en voorspanning zonder aanhechting		0,4	0,3	0,3
	Voorspanning met aanhechting		0,2	0,2	decompressie

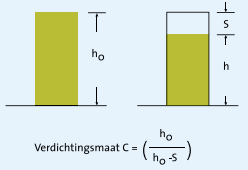
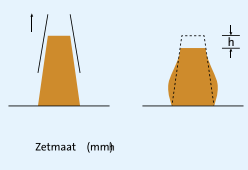
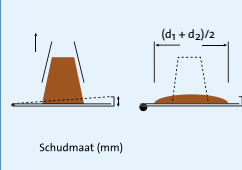
Voor lichtbeton geldt minimale dekking + 5 mm, zie NEN EN 1992-1-1art. 11.4.2

Afhankelijk van gekozen criteria in relatie tot de milieuklassen, gelden + of - aanpassingen van de betreffende constructieklasse. Zie tabel 4.3N van NEN EN 1992-1-1

Afhankelijk van een aantal criteria worden de standaard geldende constructieklassen met 1 of 2 klassen vermeerderd of met 1 klasse verminderd, zie tabel 4.3N. Met deze nieuwe informatie is de kolom 'betondekking c' op pagina 26 van de Betonbouwgijs deels achterhaald.

					NEN EN 206-1 EN 8005	
			Aantasting beton		Wcf	Cement- gehalte
Zeewater			Vorst	Agressief		
			Dooizouten			
			Geen	Wel		
					0,70	200
					0,65	260
					0,60	280
					0,55	280
			XF1		0,55	300
XS1			XF3		0,50	300
				XA2	0,50	320
	XS2			XF2	0,45	300
		XS3		XF4	0,45	320
				XA3	0,45	340
20 / 30	25 / 35	30 / 40				
25 / 35	30 / 40	35 / 45				
30 / 40	35 / 45	40 / 50				
35 / 45	40 / 50	45 / 55				
40 / 50	45 / 55	50 / 60				
45 / 55	50 / 60	55 / 65				
0,3						
decompressie						

► Consistentieklassen (op te geven door aannemer)

Aanduiding	Verdichtingsmaat c	Zetmaat (mm) h	Schudmaat (mm)
Droog	C0 $\geq 1,46$		
Aardvochtig	C1 1,45–1,26	S1 (10–40)	F1 (≤ 340)
Halfplastisch	C2 (1,25–1,11)	S2 50–90	F2 (350–410)
Plastisch	C3 (1,10–1,04)	S3 100–150	F3 (420–480)
Zeer plastisch		S4 (160–210)	F4 490–550
Vloeibaar		S5 (≥ 220)	F5 560–620
Zeer vloeibaar			F6** (≥ 630)
	 <p>Verdichtingsmaat $C = \left(\frac{h_0}{h_0 \cdot s} \right)$</p>	 <p>Zetmaat (mm)</p>	 <p>Schudmaat (mm)</p>

* Voor schudmaat aangepaste kegel $H=200$ mm gebruiken (15 x schudden).

** Voor zelfverdichtend beton vloeimaat en stabiliteit volgens BRL 1801 en CUR-aanbeveling 93.

Voor grind zijn drie korrelgroepen te onderscheiden:

1	2 – 8 mm
2	4 – 16 mm
3	4 – 32 mm

Grootste korrelafmeting

Beton wordt hierbij ingedeeld volgens de grootste korrelafmeting en hiervoor moet de nominaal grootste korrelafmeting van de grofste fractie (D) in het beton worden gebruikt. De grootste korrelafmeting wordt voornamelijk bepaald door de wapeningsdichtheid.

Chlorideklasse

Ter voorkoming van de aantasting van de wapening, voorspanning en in te storten metalen worden eisen gesteld aan het gehalte aan chloriden van beton aangeduid met drie chlorideklassen.

Gebruik van het beton	Chlorideklasse
Zonder wapening of ingestorte metalen	Cl 1,0
Met wapening, ingestorte metalen of nagerekt staal	Cl 0,4
Met voorgerekt staal	Cl 0,2

Overige normen en voorschriften

Afspraken over een te maken betonconstructie zijn vastgelegd in een bestek of projectspecificatie en op tekeningen. In deze stukken veel voorkomende normen en voorschriften m.b.t. beton zijn:

NEN 6720 + aanv.blad A4	Voorschriften Betonconstructies (VBC)
NEN 6702	Technische grondslagen voor betonconstructies – TGB 1990 – Belastingen en vervormingen
NEN-EN 206-1	Voorschriften Betonmortel
NEN-EN 1992-1-2 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
NEN 8005	Nederlandse aanvulling van NEN-EN 206-1
NEN-EN 197 + A1	Cement
NEN-EN 934-2 + A1	Hulpstoffen voor beton
NEN 6008	Betonstaal
NEN 6722	Voorschriften Beton Uitvoering (VBU)
NEN-EN 13670	Het vervaardigen van betonconstructies
NEN 5970	Bepaling druksterkteontwikkeling van jong beton op basis van gewogen rijpheid
NEN 5989	Verhardingsproef met temperatuurregeling
NEN 5988	Verhardingsproef
NEN 2881	Maattoleranties voor de bouw
NEN 2886	Maximaal toelaatbare maatafwijking voor gebouwen
NEN 2887	Maximaal toelaatbare maatafwijking voor het uitzetten op de bouwplaats
NEN 2888	Maximaal maatafwijking voor het stellen van draagconstructies van gebouwen
NEN 3682	Maatcontrole in de bouw – Algemene regels en aanwijzingen
NEN 2743	Kwaliteit en uitvoering monolithisch afgewerkte betonvloeren en verhardingen
NEN 2747	Vlakheid van vloeroppervlakken
CUR-Aanbeveling 100	Schoon beton

Deze normen en voorschriften worden uitgegeven door Nederlands Normalisatie-instituut. Raadpleeg de website: www.nen.nl voor de meest recente uitgave van de betreffende norm.

MODEL-WERKPLAN

Een werkplan wordt opgesteld om werkzaamheden te analyseren, de werkmethode vast te stellen en uitvoeringsfouten tot een minimum te beperken. Uit het werkplan blijkt de samenhang tussen werkzaamheden en samenwerking tussen partijen.

► Inhoud op hoofdlijnen

0	Doel werkplan	
1	Model-voorblad	
2	De uit te voeren onderdelen	— Stortplan
3	Organisatie en communicatie	
4	Procesbeheersing en werkomschrijvingen	
5	Keuringsplannen	
6	V&G-aspecten	
7	Aandachtspunten en naslagwerken	

Voor meer informatie:
www.gietbouwcentrum.nl
 Download de model-werkplannen.



Voor omvangrijke werken, maar ook voor relatief kleine projecten, is het zinvol om volgens de systematiek van het Model-werkplan te werken omdat zo vooraf alle relevante aspecten worden beoordeeld.



FUNDERINGSPALEN

Funderingspalen, in het werk gestort

Voor het funderen van bouwwerken is in veel plaatsen in Nederland het toepassen van palen noodzakelijk. Omgevingsfactoren en het grondprofiel bepalen de keuze van het paalsysteem. Met name in de bewoonde en kwetsbare omgeving bieden in de grond gevormde palen een oplossing. Het systeem van geschroefde palen is trilling- en geluidarm. Ook de bodemstructuur wordt nauwelijks verstoord. Er zijn meerdere systemen voor in de grond gevormde palen. Schroefboorpalen kunnen worden gemaakt met een holle avegaar of met een hulpbuis. Enkele voorbeelden:



*Mortelschroefpaal
Avegaarpaal
Schroefboorpaal*



DPA -palen en Omegapalen (type Franki)



Fundexpalen, Bovipalen

Betonmortel voor deze funderingspalen wordt afgestemd op het grondprofiel en de omstandigheden. Bij slappe grondlagen wordt met homogene samenstelling zoveel mogelijk voorkomen dat beton onnodig uitvloeit. Ook op eventuele zuren of zout wordt de milieuklasse afgestemd.

FUNDATIES

Funderingsbalken

Het starten van beton is een veel toegepaste werkmethode voor betonconstructies onder en op maaiveldniveau. Belangrijke onderdelen hierbij zijn in de grond gevormde palen en funderingsbalken.

► De keuze van een paalsysteem wordt o.a. bepaald door:

• Omgeving	Zijn trillingen en/of geluid wel of niet acceptabel
• Draagvermogen	Belasting, paaldoorsnede, aantal palen
• Bodemprofiel	Welk paalsysteem past bij de specifieke situatie
• Vrijkomende grond	Is dit wel of geen belemmering
• Terreinomstandigheden	Bereikbaarheid, grondslag, materieel

► In de grond gevormde palen toegepast in de woningbouw

Systemen	Paaltype	Schacht diameter	Maximale paallengte
Grondverwijderend / geschroefd	Mortelschroefpalen, avegaarpalen, schroefboorpalen	Ø 300 tot Ø 1000 mm	circa 35 m ¹
	Buisschroefpalen	Ø 380 tot Ø 900 mm	circa 35 m ¹
Grondverdringend / geschroefd-gedrukt	DPA-palen, Omegapalen	Ø 260 tot Ø 510 mm	circa 26 m ¹
	Atlaspalen	Ø 310 tot Ø 610 mm	circa 30 m ¹
	Fundexpalen, bovipalen	Ø 380 tot Ø 520 mm	circa 35 m ¹
Grondverdringend / geheid	Vibropalen	Ø 275 tot Ø 610 mm	circa 35 m ¹
	HSP-palen	Ø 170 mm	circa 16 m ¹



Brochure

Fundaties voor woningcasco's

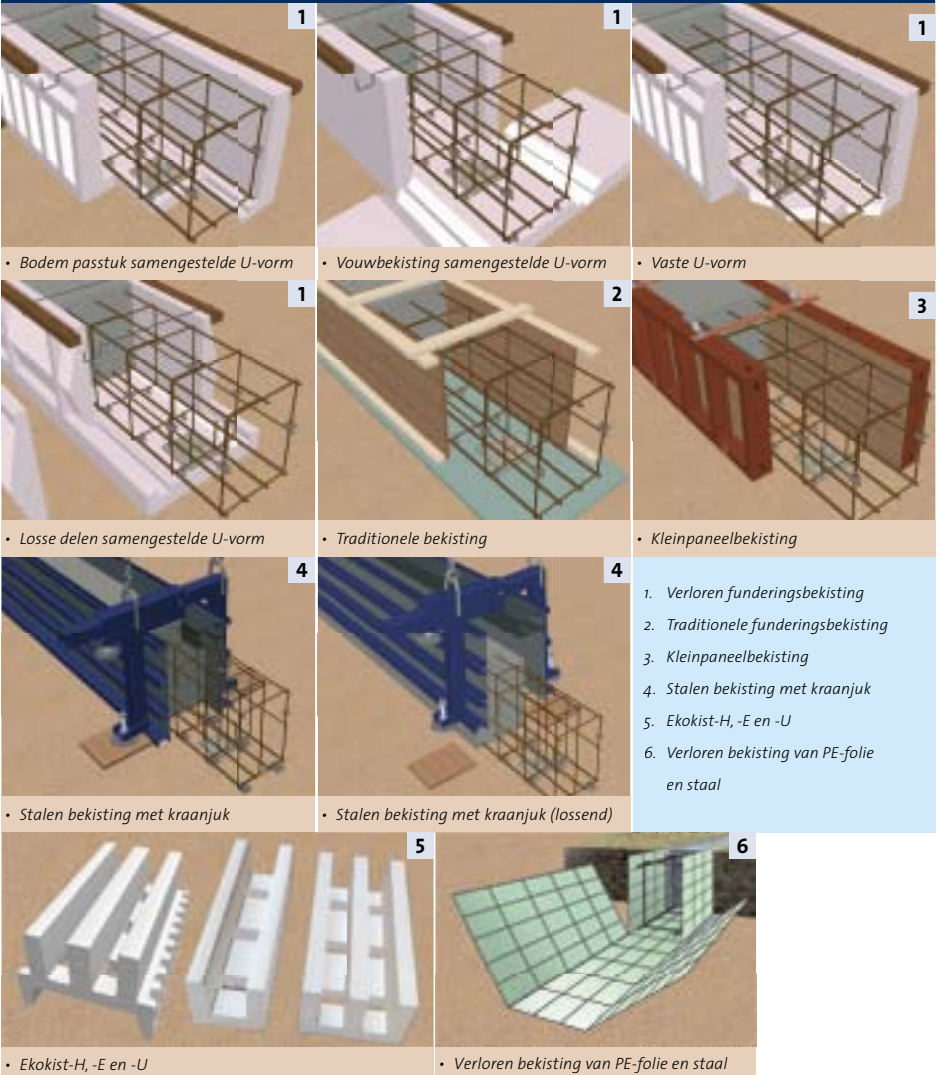
Gratis aanvragen of downloaden

www.gietbouwcentrum.nl

De keuze van een paalsysteem wordt o.a. bepaald door omgeving, draagvermogen bodemprofiel, vrijkomende grond en terreinomstandigheden.

Voor de stabiliteit van het gebouw is het noodzakelijk dat de wapening van de betonpalen wordt gekoppeld aan de funderingsbalken. Voor toepassing van in het werk gestorte funderingen zijn er diverse mogelijkheden in bekistingssystemen.

► Type wandbekisting



TOOG IN VLOEREN

Materialen die een bepaalde overspanning moeten overbruggen, zullen onder de last van het eigen gewicht enigszins doorbuigen. Dit geldt ook voor in het werk gestorte massieve vloeren en opgestorte breedplaat vloeren. Om te voorkomen dat de vloeren gaan doorhangen, wordt in de bekisting of onderstempeling een toog, of bolling naar boven, aangebracht.

De opzet daarvan is dat de vloer na verharding van het beton een blijvende toog heeft tussen 0 mm en 20 mm. Er zijn echter veel factoren die van invloed kunnen zijn op het uiteindelijke resultaat.

Beheersing blijvende toog in gietbouw

1. Factoren die van invloed zijn:

- De overspanning, beukmaat
- Doorgaande vloervelden of ankerloze bouwmuren, mate van inklemming
- De hoeveelheid wapening
- Eisen aan de betonmortel (ontkistingssterkte)
- Seizoen- en weersinvloeden
- Verhardingstijd tot moment van ontkisten (dinsdag t/m vrijdag, of maandag/weekend)
- Afwijking van de maatvoering tussen de kimmen

2. Bepaling van de toog in de bekisting:

De bekistings- of breedplaatleverancier baseert zijn advies voor de tooginstelling op de volgende informatie:

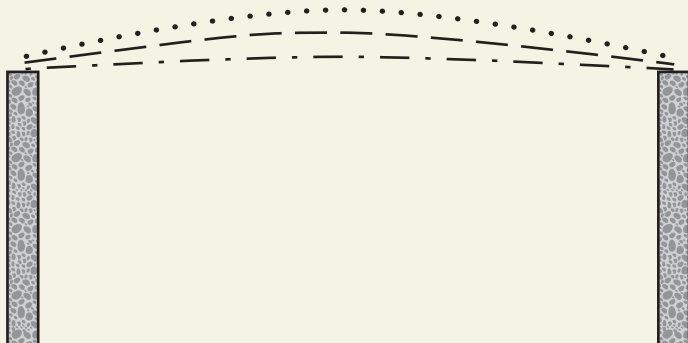
- Berekening van de constructeur (betonsterkte klasse, hoeveelheid wapening, eventueel: door buigingsberekening)
- De inzet van twee of meerdere vloervelden (beuken) naast elkaar
- Ervaring van de (onder)aannemer

3. Controle op het resultaat na het ontkisten:

- Bepalen van de blijvende toog in mm bij doordeweekse stortdagen
- Vaststellen of die binnen de uitgangspunten valt
- Controle op de maatvoering van en tussen de kimmen of wanden

- Indien nodig de toog in de onderstempeling of bekisting (laten) aanpassen, bijstellen
- Controle enkele dagen na verharding herhalen, en na het eerste weekend dat er gestort wordt (i.v.m. langere verhardingstijd)
- Bij wisseling van de seizoenen (andere verhardingsgedrag van het beton) periodieke controle herhalen.

► Toog in breedplaat of tunnelbekisting (theoretische benadering)



- • • • • Ingestelde toog
- - - - - Toog na storten van beton (druklaag of betonvloer)
- . - . - Blijvende toog na verwijderen onderstempeling of tunnelbekisting

TYPE BEKISTINGEN

Vorbereiding

Voor het realiseren van in het werk gestorte betonconstructies is een bekisting nodig. Afhankelijk van de omvang, vorm en repetitie zijn er verschillende opties in bekistingsystemen of onderdelen daarvan.

► Factoren die de keuze van soort en type bekisting bepalen	
Bouwsysteem/bouwmethode	<ul style="list-style-type: none"> • Gietbouw wanden-breedplaat • Tunnelgietbouw • Hybride bouwsystemen (gietbouw/stapelbouw, gietbouw/houtskeletbouw, enzovoort)
Bouwdeel	<ul style="list-style-type: none"> • Vloeren • Wanden • Kolommen
Oppervlaktebeoordeling	<ul style="list-style-type: none"> • Niet in het zicht (bijvoorbeeld spouwzijde) • Volledig afgewerkt (bijvoorbeeld stucwerk) • Met minimale afwerking (behangklaar) • In het zicht (schoon beton)
Inzet/repetitie	<ul style="list-style-type: none"> • Aantal keren dat de bekisting wordt ingezet • Aanpassingen, ombouwen, sparingen
Sterkte en stijfheid	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale speciedruk (hydrostatische druk) op de bekisting • Belasting van de ondersteuningsconstructie
Arbeid	<ul style="list-style-type: none"> • Factor arbeid per m² bekisting • Kennis van en ervaring met soorten bekisting
Materieel	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimte op de bouwplaats • Toegankelijkheid voor (zwaar) materieel



Brochure

Bekisting woningcasco's

Gratis aanvragen of downloaden

www.gietbouwcentrum.nl

► Checklist Voorbereiding bekisting

Onderdeel	Aspecten	
1 Analyse bouwplan	Aard van het bouwproject	
2 Bepaling maximale bouwtijd		
3 Bouwtempo in aantal woningen per week		
4 Keuze bouwmethode	Wanden-breedplaat of tunnelgietbouw	
5 Aanvraag bekistingsadvies	Intern bij materieedienst of Extern bij bekistingleverancier (huur of koop)	
6 Planning	Mensen	Ploeggrootte
	Materiaal	Hoeveelheid bekisting Omloopsteigers Randbeveiliging Onderstempeling e.d.
	Materieel	Kraan: Type, capaciteit Logistiek op de bouwplaats
	Methode	Storten van beton: kubel, betonpomp
7 Zelfverdichtend beton (F6 en hoger)	Extra controle op stijfheid van de bekisting, op naden en aansluitingen	
8 Definitieve keuze van bekistingsysteem		

► Werkvoorbereiding / uitvoering

Onderdeel	Aspecten
8 Tekening bekisting	Bekistingleverancier
9 Wapeningstekeningen	Prefabriceren van wapening
10 Routing bouwproductie	Positie en ruimte bouwkraan
11 Ploegenschema	Draaiboek gietbouwploeg + takenschema
12 Veiligheidsvoorzieningen	Instructieblad op basis van V&G-plan en risicoanalyse
13 Bepaling eisen aan betonmortelprestaties	Afstemming naar wijze van transport, ontkistingstijd en klimaat
14 Maatvoeringstekeningen installaties, verankeringen en instortvoorzieningen	Gas, water, elektra, data, afvoer, sparringen, schroefhuizen, enz.
15 Programmeren van de bekisting	Automatisering en/of gebruikmaken van magneet- en lijmtechnieken
16 Aanvoer en montage	Samenstelling op de bouwplaats

Let op: Eisen die worden gesteld aan het oppervlak en sterkte van de bekisting, zijn voor een belangrijk deel bepalend voor visuele kwaliteit en vlakheid van de te maken betonconstructie.

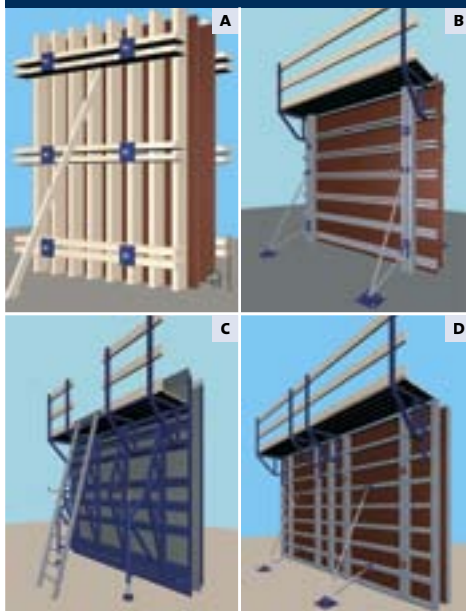
Wandbekisting

Bij wandbekisting zijn vorm en repetitiefactor bepalend voor de keuze van het bekistingssysteem. De meest toegepaste oplossing is de stalen wandkist. Daarnaast worden ook grootwand- en paneelbekisting toegepast. Deze bestaan uit een raamwerk van staal of aluminium dat is voorzien van plaatmateriaal van hout of kunststof.

De meest voorkomende wandtypen:

- Massieve bouwmuren
- Spouwmuren
- Eindwanden/kopwanden
- Toppen
- Dwarswanden

► Type wandbekisting



A Traditionele wandbekisting

B Grootwand wandbekisting

C Stalen wandbekisting

D Paneelbekisting

Tunnelbekisting

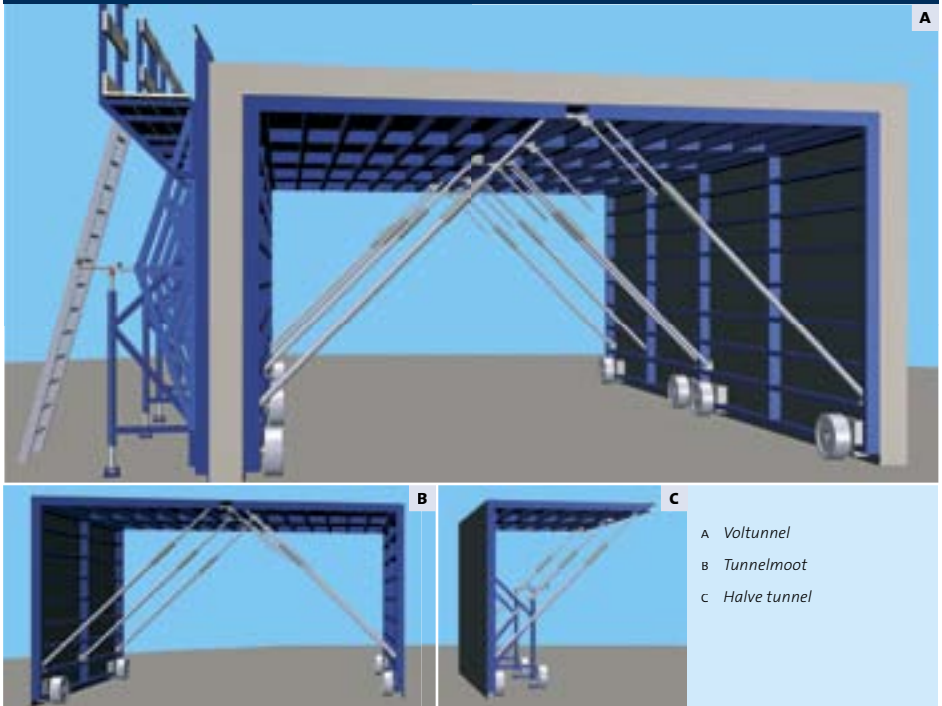
Voor woningen, zorg- en woonappartementen is tunnelgietbouw een moderne, Lean-bouwmethode. De planningsafstemming is optimaal en zelfsturend in een vaste cyclus.

Het vraagt ook om ketensamenwerking van alle betrokken partijen.

Vanaf circa 20 casco's is de bouwmethode effectief.

Snelle aanpassingen van beukbreedten, sparingen en ook taps gevormde casco's zijn uitvoerbaar binnen de geplande dagcyclus.

► Type tunnelbekisting



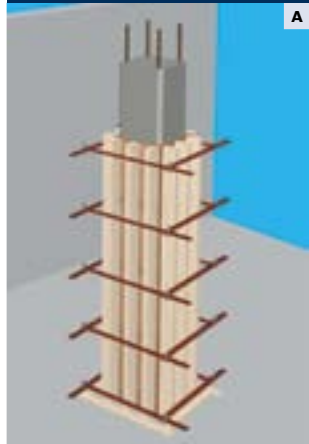
Door het storten van de volledige doorsnede biedt tunnelgietbouw de meeste ruimte in de vloer voor het aanbrengen van installaties.

Leidingen, kanalen en voorzieningen voor elektra, ventilatie, verwarming en sanitair worden ingestort. Het diagonaal plaatsen van kanalen heeft nauwelijks belemmering.

Kolombekisting

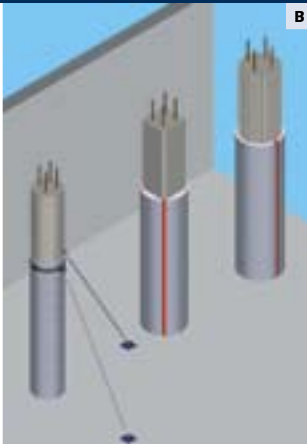
Voor het storten van kolommen zijn de volgende typen bekisting te gebruiken:

► Type kolombekisting



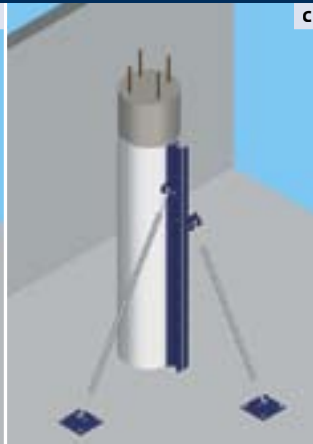
A

• Traditionele kolombekisting.



B

• Verloren bekisting.



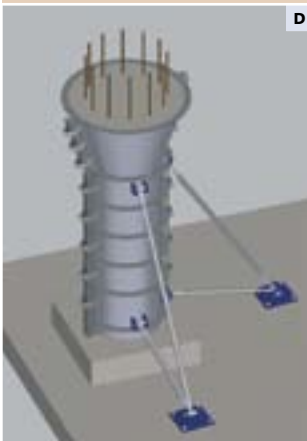
C

• Polyester kolombekisting.



C

• Kleinpaneelbekisting.



D

• Projectbekisting.

- A Traditionele bekisting
- B Verloren bekisting
- C Systembekisting
- D Projectbekisting

WAPENING

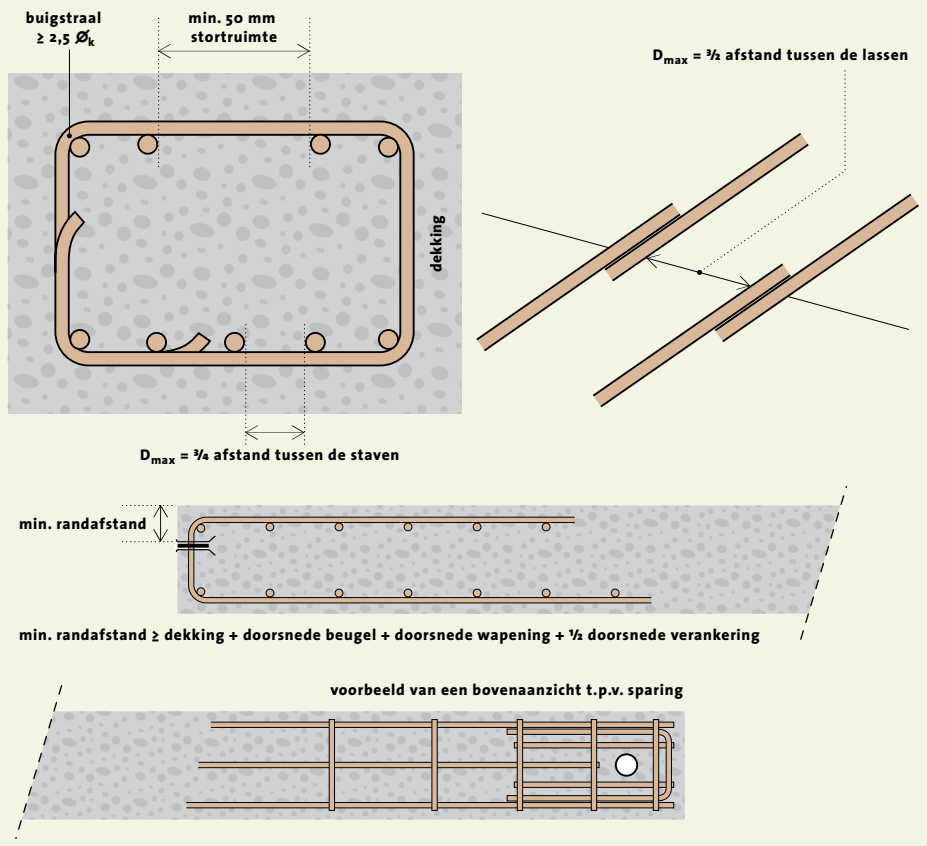
Wapeningsdekking

Om trekspanningen in de betonconstructies op te nemen, wordt wapeningsstaal toegepast. Afhankelijk van de functie van het bouwdeel en de vereiste duurzaamheid, wordt door de constructeur een dekking bepaald. Betonmortel moet de wapening volledig omhullen en tevens kunnen worden verdicht. De dekking en de afstand tussen de wapeningsstaven zijn mede bepalend voor de korrel diameter van de toeslagstoffen in het beton.

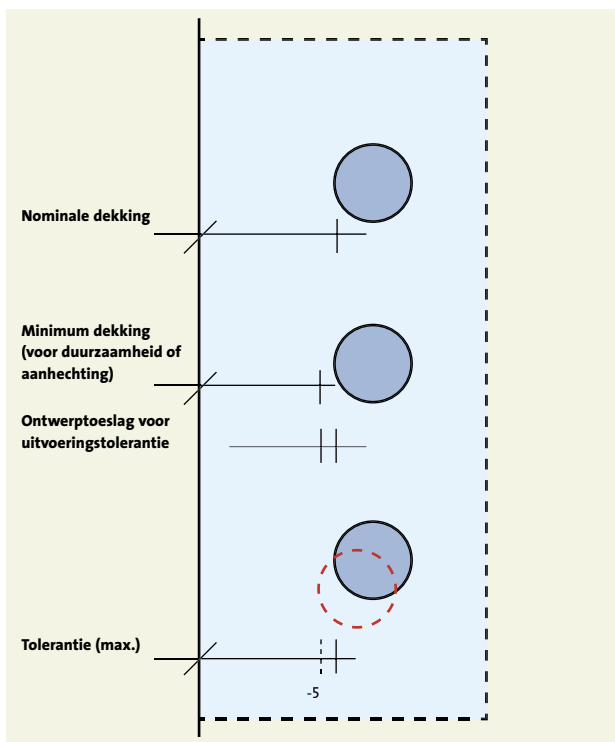
Enkele aandachtspunten:

- Randafstand van verankering (schroefhulzen e.d.)
- Eventuele bijlegwapening i.v.m. sparingen

► Aandachtspunten



De duurzaamheid van een betonconstructie wordt mede bepaald door voldoende dekking op de wapening. De dekking wordt bepaald door de constructeur.



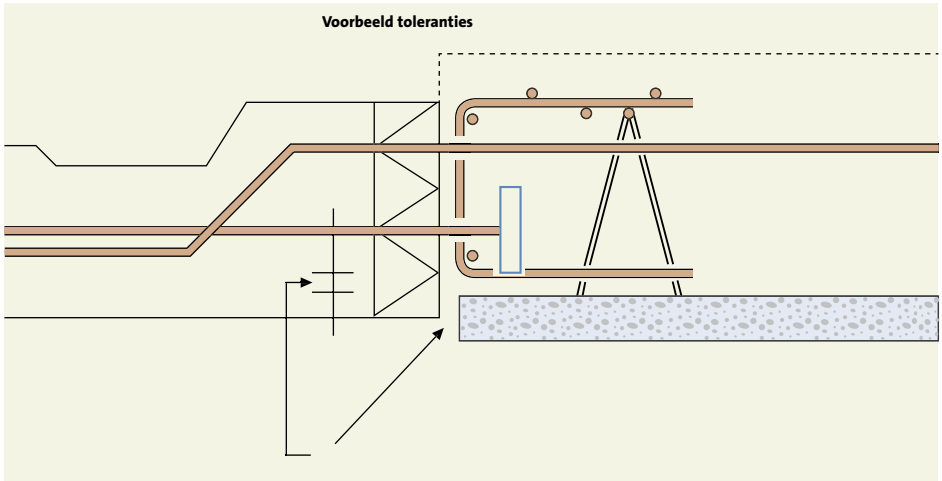
Aan te storten elementen

Bij gietbouwoningen en appartementen worden in veel gevallen voorzieningen getroffen voor in -en aan te storten elementen. Veel voorkomende onderdelen zijn:

- Stekankers
- Ankerrail
- Stekkenbakken
- Stekken uit prefab betonelementen
- Koude brug onderbrekingen

Deze onderdelen kunnen in wanden en in vloeren worden ingestort. Zowel bij ontwerp als bij uitvoering dient rekening gehouden te worden met de inpassing van de verankeringswapening binnen de constructieve wapening van het casco.

Voor vloeren is het van belang dat bij de bepaling van toleranties rekening wordt gehouden met toog.



**Let op: Zorg voor voldoende stelruimte en houd rekening met de ingestelde toog en de blijvende toog na verwijdering van bekisting of onderstempeling!
Stem de hoogte van de tralieligger af op het bovennet, inclusief bijleg van wapening en dekking.**

AFSTANDHOUDERS; DEKKING OP WAPENING

De constructuur bepaalt de afmetingen van betonconstructies en berekent de hoeveelheid benodigde wapening. Afhankelijk van de omstandigheden waaraan de betonconstructie wordt blootgesteld en de gewenste ontwerplevensduur wordt de dekking vereist op X mm.

Betondekking is de hoeveelheid beton tussen het oppervlak en de buitenste wapeningsstaaf. De werkelijke duurzaamheid (levensduur) wordt in de praktijk bepaald door de dekking, de kwaliteit van de betonmortel, de verdichting en de nabehandeling van het beton. Een onjuiste keuze van afstandhouders kan nadelige invloeden hebben. In bijzondere gevallen kan ook de brandweerstand bepalend zijn voor de dekking.

Functie

Teneinde de betondekking in de uitvoering, tijdens het storten van betonmortel, te waarborgen worden afstandhouders gebruikt. Deze afstandhouders zijn er in verschillende materialen en in vele uitvoeringen. Voor zware wapeningskorven wordt onderscheid gemaakt tussen afstandhouders voor verticale en horizontale delen. De afstandhouders onder de wapening dienen voldoende sterk en stabiel te zijn om het gewicht te dragen zonder te verschuiven.


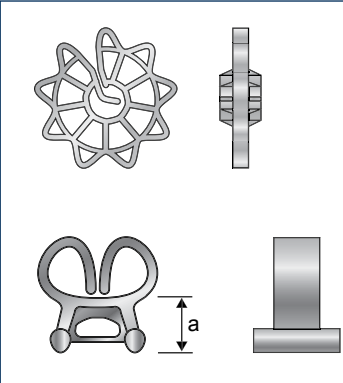

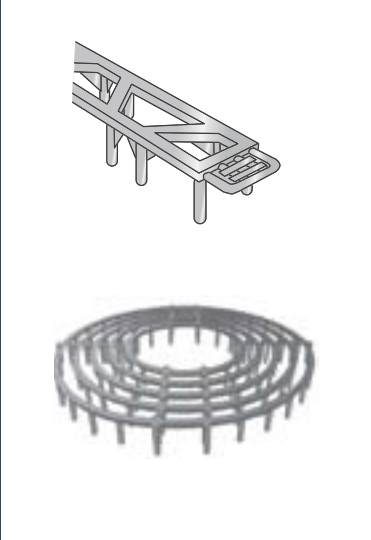
Ook kunnen afstandhouders in de vorm van (lange) strippen worden gebruikt.

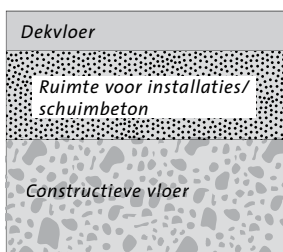
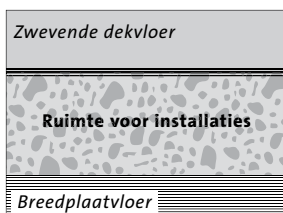
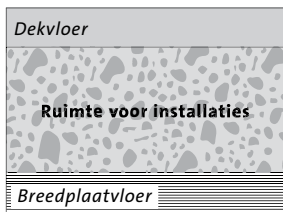
Er zijn afstandhouders van kunststof en van beton. De typen in kunststof zijn slank, open van structuur en worden omstoten door beton. Betonnen afstandhouders zijn robuster en moeten minimaal van dezelfde sterkteklasse en milieuklassen zijn als het beton waarin ze worden toegepast.

Oppervlakte-eisen

In schoonbeton vragen afstandhouders bijzondere aandacht. Aftekening in het oppervlak is ongewenst. Het geschikte type met beperkte contactpunten in het bekistingsoppervlak zorgen voor 'onzichtbare' afstandhouders. Spanning op de afstandhouders door een geringe overmaat van de wapening kan bij het sluiten van de bekisting tot vervorming of verschuiving leiden. Na het ontkisten kan dit aftekening tot gevolg hebben.

Enkele voorbeelden:

	Beton	Kunststof
Verticaal		
Horizontaal		



INSTALLATIES

Installaties in woning en utiliteitsbouw

Voor woningen en kantoren wordt een hoge kwaliteit in veiligheid en comfort gevraagd.

Daarmee neemt de hoeveelheid installatie toe, teneinde geen ruimte in verlaagde plafond te verspillen worden de onderdelen van de installaties in de vloer ingepast.

De keuze van de bouwmethode, met name van de constructieve vloer, hangt sterk samen met benodigde installaties. Globaal zijn er vier mogelijkheden: afbeeldingen links.

Installaties waarmee rekeningen moet worden gehouden in de werkvoorbereiding: zie tabel op pagina 48.

De constructeur bepaald in welke gebieden van de vloer geen of zo minmogelijk kanalen, riolering en leidingen geplaatst mogen worden.

Betonkernactivering

Beton heeft de eigenschap om door opname van warmte of koude een bijdrage te leveren aan het klimaatcomfort in bouwwerken. Passief kan deze eigenschap van de betonconstructie worden mee gerekend in het ontwerp van de installatie. Dit zal al enige besparing in energiebehoefte opleveren.

Bij toepassing van betonkernactivering zal deze eigenschap volledig worden benut.

Voor deze techniek zal vroegtijdig in het ontwerpstadium worden gekozen.

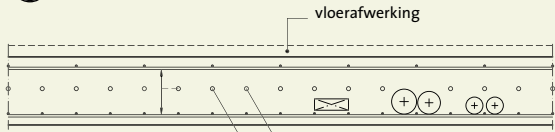
Bij verdere uitwerking wordt bepaald in welk deel van de vloer (of wand) de watervoerende leidingen moeten worden geplaatst.

Zie schets op pagina 47 van

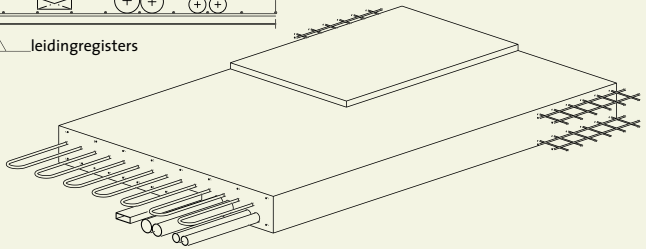
1. Volledig gestorte vloer
2. Breedplaatvloer
3. Gewichtsbeparende breedplaatvloer (bollenvloer)

Meer informatie: zie het boek *Thermisch Actieve Gebouwen*, Uitgeverij Aeneas, Boxtel, ISBN 978-94-6104-019-0

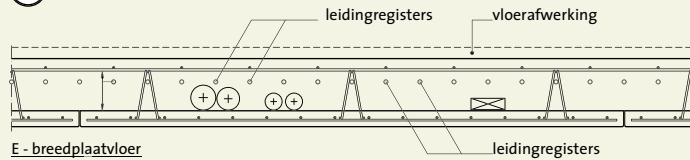
1 Volledig gestorte vloer



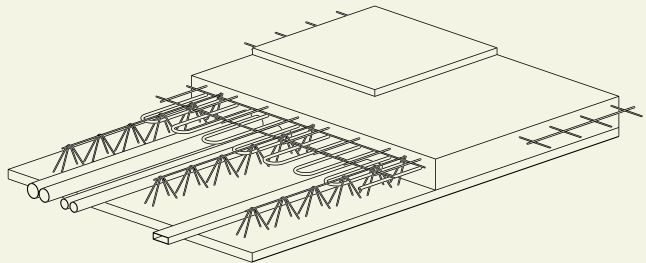
A - in het werk gestort
BKA naar wens in dikte en zonering



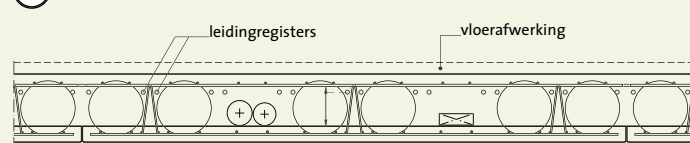
2 Breedplaatvloer



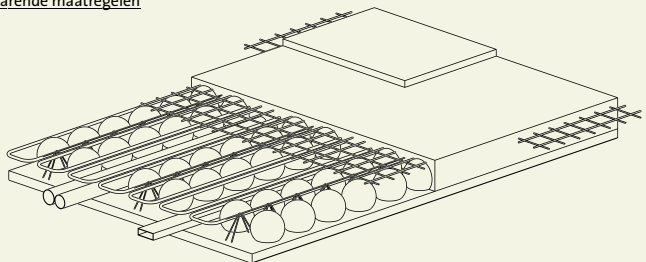
E - breedplaatvloer
BKA in de druklaag
zonering naar wens



3 Gewichtsbesparende breedplaatvloer (bollenvloer)



G - breedplaatvloer met gewichtsbesparende maatregelen
BKA in de druklaag
zonering naar wens



► Installaties en de werkvoorbereiding			
	INSTALLATIE	VLOEREN	WANDEN
Installatie- onderdeel	Op te nemen installatieonderdelen	Invloed op vloeren	Invloed op wanden
Ventilatie	▸ Luchtkanalen WTW	▸ Leidingverloop	
	▸ Ventilatiekanalen	▸ Leidingverloop	
	▸ Rookgasafvoer- en verbrandings- luchttoevoer kanalen	▸ Leidingverloop	▸ Open sparingen in de wanden
	▸ Afzuigmond MV	▸ Open sparingen in de vloer	
Elektra	▸ Leidingen	▸ Open sparingen in de vloer/ cellenbetonblokken	▸ Instort- voorzieningen
	▸ Centraaldozen / wandcontactdozen	▸ Instortvoorzieningen	▸ Programmering op de wandkist
Verwarming	▸ Verwarmingsleiding	▸ In bovenliggende dekvloer bij massieve vloeren	▸ Nauwelijks tot geen invloed; hooguit een sparing
		▸ In zwevende dekvloer	▸ Eventueel wandverwarming
		▸ Opbouw	
	▸ Leidingen t.b.v. Betonkernactivering	▸ Aan boven- en ondernet vloerwapening	
Sanitair	▸ Riolering	▸ Vloerdikte, open sparingen en afschotmogelijkheid	▸ Nauwelijks tot geen invloed; hooguit een sparing
	▸ Waterleiding	▸ Leidingverloop: KW naar de meterkast	
		▸ Leidingverloop: WW naar de combiketel	
	▸ Gasleiding	▸ Leidingverloop	

BREEDPLAATVLOER

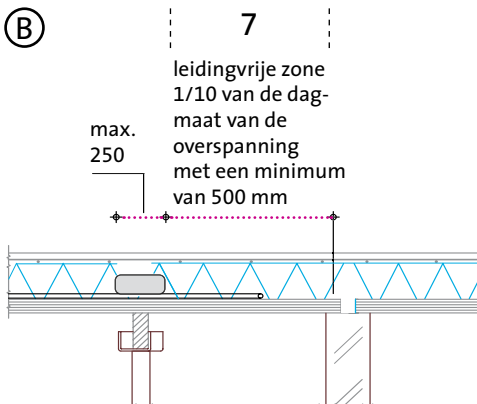
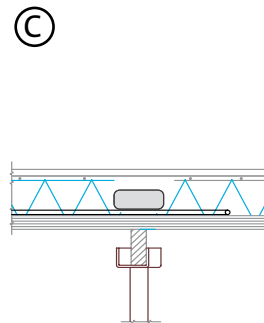
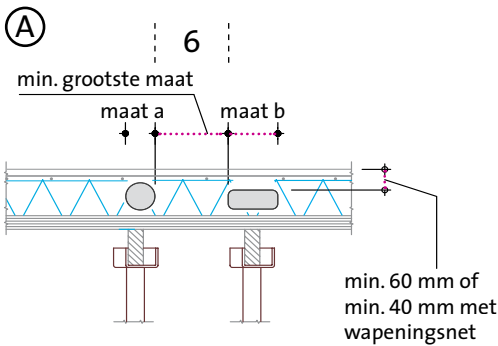
Voor meer informatie:
www.breedplaatinfo.nl

**Wapening breedplaatvloer**

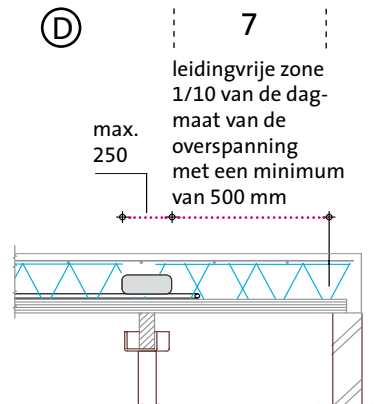
De leverancier van breedplaten berekent de wapening voor de prefab schil, de tralieliggers, het boven net en eventuele bijlegwapening.

De wapeningsnetten welke de bovenwapening vormen steunen op de tralieliggers. Deze dienen zo veel mogelijk intact te blijven. Stem de hoogte van de tralieligger af op het bovennet, inclusief bijlegwapening en dekking.

Zie de hieronder afgebeelde richtlijn plattegrond doorsnedes A t/m D.



Tussenoplegging



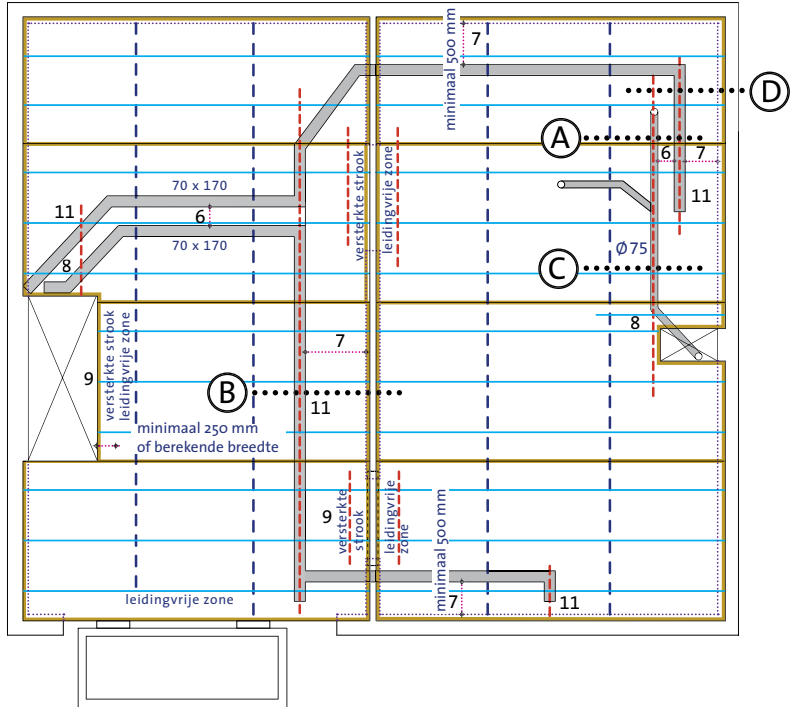
Eindoplegging

► Aandachtspuntenlijst breedplaatvloer en ondersteuningsconstructie

Vloerdikte en legplan breedplaatvloer	Ondersteuningsconstructie h.o.h.-afstand stempelrij
• Overspanning	• Schildikte
• Belasting (+ scheidingswanden) en eisen doorbuiging	• Type breedplaat: gewapend, voorgespannen of traditioneel
• Type breedplaat: gewapend of voorgespannen	• Aanwezige hoeveelheid wapening, dimensie tralieliggers resp. mate van voorspanning
• Sterkteklasse druklaag	• Betondruksterkte van breedplaat in uitvoeringsfase
• Brandwerendheidseisen en milieuklassen	• Vereiste toeg (oneven of even aantal stempelrijen)
• Eindveld of tussenveld (doorgaand, ook in uitvoeringsfase)	• Afstemming draagkracht/stijfheid ondergrond/onderliggend vloersysteem
• Eisen geluid (appartementen, wel of geen zwevende dekvloer)	• Stortbelasting druklaag (0,5 kN/m ² + druklaag)
• In te storten leidingen van installaties (riolering, ventilatie)	• Overspanning vloer (mogelijke indeling tussen wanden: overstek, eindveld en tussenveld)
• Gekoppelde of aangestorte onderdelen (balkons, gevelmetselwerk, e.d.)	• Randoplegging breedplaat <ul style="list-style-type: none"> ◦ Opleglengte <ul style="list-style-type: none"> ▸ ≤ 40 mm, altijd randondersteuning nodig ▸ ≥ 40 à 60 mm volgens opgave leverancier, geen randondersteuning nodig ◦ Vlakheid <ul style="list-style-type: none"> ▸ wel / geen vilt
• Plaats en grootte van (trap)sparingen	• Plaats (trap)sparingen: veiligheid, leuning/dichtleggen
• Versterkte stroken bij raamopeningen (in kopgevels)	• Tijdelijke belasting op vloer i.v.m. afbouw (scheidingswanden)
• Plaatbreedte (2,40 – 2,50 – 2,70 – 3,00 m) resp. pasplaten	• Onderliggende ondersteuning (stempelbelasting t.g.v. doorstempelen)
• Inzage in de volledige draagconstructie en stabiliteit van het bouwproject is vereist	
• Opgave van lijn- en puntlasten door de hoofdconstructeur	
• Opgave van belastingen in uitvoeringsfase door het bouwbedrijf	

**Let op:**

- **Bij doorknippen tralieliggers t.b.v. installaties: plaatselijk extra stempelrij nodig.**
- **Bij te grote h.o.h.-afstanden van de stempelrijen kunnen de doorbuigings eisen worden overschreden.**



- I Voor zover mogelijk dient te worden voorkomen, dat de bovenstaaf en/ of diagonaalstaven van de doorlopende tralieliggers worden weggeknipt.
- II Indien doorlopende tralieliggers worden doorgeknipt, dient vooraf ter plaatse een extra stempel en/of een extra onderslagbalk (dwars op de overspanning) te worden aangebracht. Voor specifiek advies en/ of bij twijfel adviseren wij u contact op te nemen met de leverancier.
- III Indien in voorgespannen breedplaatvloeren tralieliggers zijn aangebracht die onderbroken zijn of slechts gedeeltelijk in de breedplaatvloer voorkomen, kunnen deze zonder aanvullende maatregelen worden weggeknipt.
- IV Voor overige regels zie de algemene richtlijnen leidingen in breedplaatvloeren. Naast een constructieve functie heeft het bovennet ook een praktisch nut tijdens het storten van de betondruklaag. Installaties en leidingen moeten worden beschermd en vervorming van de wapeningsnetten dient beperkt te blijven. Hiervoor wordt aanbevolen wapeningsnetten te kiezen met een diameter van minimaal 7 mm en een maaswijdte van maximaal 150 mm x 150 mm.

Leidingverloop

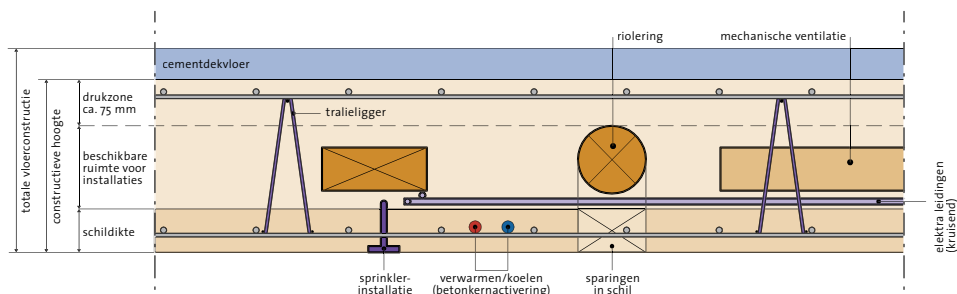
Efficiënte leidingafstanden binnen de gietbouw-methode.



Goede werkvoorbereiding

In de druklaag van de breedplaatvloer kunnen onder andere leidingen voor elektra, water, mechanische ventilatie en riolering worden opgenomen. Zeker bij een hoge concentratie aan leidingen of kruisende leidingen en/of een geringe dikte van de druklaag, is coördinatie van de installaties in een vroeg stadium van de werkvoorbereiding vereist.

Na montage in het werk worden op de breedplaatvloeren de benodigde voorzieningen aangebracht, zoals leidingen, sparingen en randkisten. Ook wordt de vereiste additionele wapening op de vloer aangebracht. Wanneer het voor het leidingverloop nodig is om een deel van de tralieliggers weg te knippen, dan moet deze verzwakking gecompenseerd worden door de plaat extra ondersteuning te geven.

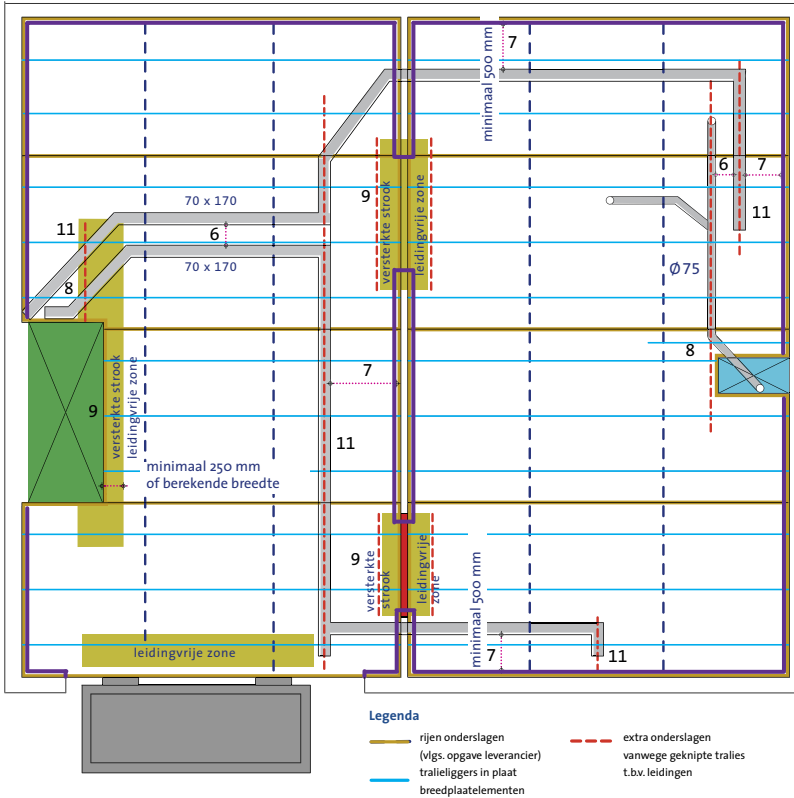


Voor meer informatie:
www.gietbouwcentrum.nl



Valbeveiliging

Het hijsen en plaatsen vraagt ook bij breedplaat aandacht voor veiligheid. De hijsvoorschriften van de leverancier moeten in acht worden genomen. Voor het plaatsen kan worden gekozen voor de continue aanvulling van de beveiliging van het legfront of het aanlijnen van de medewerkers die het plaatsen verzorgen.



Plattegrond verdiepingsvloer

1. Maximale dikte leiding(-pakket) = vloerdikte – breedplaatdikte – 70 mm.
2. Boven een leiding minimaal 60 mm beton of minimaal 40 mm beton met een wapeningsnet aanbrengen.
3. Indien het kruisen van leidingen niet voorkomen kan worden, dan de leidingen evenwijdig aan de tralieliggers in het bovenste deel van de vloer plaatsen met inachtnaam van punt 2 en leidingen loodrecht op de tralieliggers in het onderste deel van de vloer plaatsen.
4. Leidingen en bundels dikker dan 50x50 mm dienen door de aannemer/installateur ter beoordeling aangegeven te worden op legplantekening.
5. Maximum leidingbreedte en bundelbreedte 250 mm.
6. Tussen de leidingen minimaal de maat van de dikste leiding of de dikste bundel vrijhouden.
7. *Naast opleggingen een leidingvrije zone van minimaal 1/10 van de dagmaat met een minimum van 500 mm aanhouden.
8. Leidingen zo snel mogelijk schuin weggeleiden van schachten en trapgaten.
9. Versterkte stroken vrijhouden van leidingen.
10. Electra leidingen bij voorkeur direct op de breedplaat aanbrengen.
11. Voor het knippen van tralieliggers: zie de richtlijnen van de constructeur.
12. Water- en gasleidingen en leidingen voor betonkern activering. Voor het storten van beton op lekkages controleren
13. Voor aanvullend advies dient contact met de leverancier te worden opgenomen.

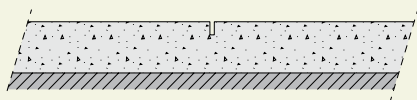
**vanwege bijzondere constructies en/of zware belastingen op de vloer kunnen afwijkingen mogelijk zijn (een en ander volgens opgave leverancier).*

MONOLIETVLOER

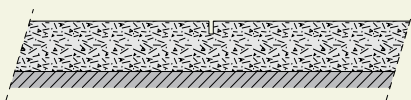
Onder een monoliet afgewerkte vloer wordt een bedrijfsvloer verstaan die in één arbeidsgang tot stand komt, zodat de toplaag één geheel vormt met de onderliggende constructievloer. Er bestaan verschillende concepten.

► Concepten	
Vloeren met voegen	Voegloze vloeren
1 Vloeren zonder wapening	4 Vloeren met staalvezels, max. ca. 40 x 40 m
2 Vloeren met staalvezels	5 Vloeren met uitsluitend bovenwapening
3 Vloeren met marginale onderwapening	6 Vloeren met onder- en bovenwapening
	7 Vloeren met nagerekt voorspanstaal

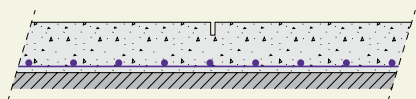
1 Vloeren van ongewapend beton met krimpvoegen



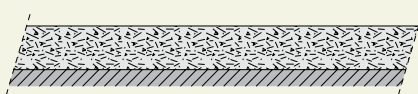
2 Vloeren van staalvezelbeton met krimpvoegen



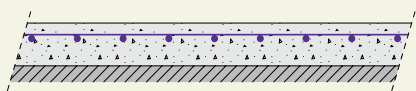
3 Vloeren van marginaal gewapend beton met krimpvoegen



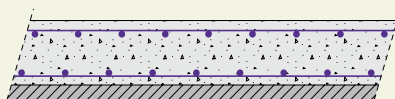
4 Vloeren met staalvezels



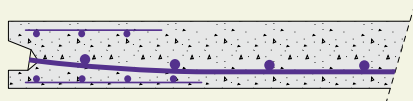
5 Vloeren met uitsluitend bovenwapening



6 Vloeren met onder- en bovenwapening



7 Vloeren met nagerekt voorspanstaal



Bij de uitvoering van monolietvloeren worden vier afzonderlijke aspecten onderscheiden:

- De voorbereiding
- De wijze van uitvoering
- De eisen aan verwerkbaarheid van betonmortel
- Afwerking en nabehandeling

► **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

Detaillering

- Krimpvoegen
- Dilatatievoegen
- Stortvoegen



Om voor alle betrokken partijen het gewenste eindresultaat te bereiken, is onderlinge communicatie een noodzaak. De brochure *Monolietvloeren* van het Gietbouwcentrum kan hierbij als hulpmiddel dienen.

Brochure **Monolietvloeren**

Gratis aanvragen of downloaden:

www.gietbouwcentrum.nl

Leveren betonmortel**Sterkte**

- Sterkteklasse
- Sterkteontwikkeling/gewogen rijpheid
- Staalvezelbeton
- Staalvezels
- C-waarde
- R-waarde
- type/... kg/m³

Duurzaamheid

- Milieuklasse
- Vloeistofdichtheid

Krimparm

- Lage wcf, cementgehalte beperken

Verwerkbaarheid

- Plastisch
- Vloeibaar
- Hoogvloeibaar

Grondstoffen

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

Verwerkingsaspecten

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

Algemeen**Beschikbaarheid van**

- Reservecapaciteit
- Reservematerieel

Ondergrond, wapening en randvoorziening

Ondergrond

- Werkvloer / folie
- Vlakheid, afschot

Wapening

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

Randvoorzieningen

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

Storten en verwerken betonmortel

Algemeen

- | | |
|-----------------------|---|
| • Stortdatum | • Tijdstip aanvang |
| • Weersomstandigheden | |
| • Stortomvang | • In m ³ /resp. m ² |
| • Stortsnelheid | • In m ³ /uur |
| • Stortmethode | • Kubel
• Pomp
• Dumper |
| • Verdichtingsmethode | |

Bereikbaarheid

- Transportvoorzieningen: ruimte voor twee truckmixers voor de betonpomp en opstelplaatsen voor overige truckmixers (bij een grote stort)
- Leidingen / bochten
- Aan- en afvoerwegen truckmixers
- Transportafstanden

Storten

- Consistentiegebied
- Opstijfgedrag

Afwerken, nabehandelen, ingebruiknemen

Monoliete afwerking

- Vlak, onder de rei
- Instrooi materiaal, mineraalgroep N, M, S
- Vlindermachines
 - Schuren
 - Pleisteren

Nabehandelen

- Aanbrengen curing compound
- Folie
- Inzagen krimpvoegen
- Tijdstip belasten, ingebruiknemen

Ingebruiknemen

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



ONTKISTINGSMIDDELEN

Aandachtspunten

Op het oppervlak van de contactbekisting dat in aanraking komt met betonmortel wordt voor het storten een ontkistings- of losmiddel aan gebracht.

Deze middelen worden toegepast om ervoor te zorgen dat:

- Er geen hechting optreedt tussen beton en bekistingsmateriaal
- Bekistingsmateriaal zo min mogelijk wordt beschadigd
- Het oppervlak van het beton zo egaal mogelijk van kleur is en er een gering aantal luchtbelletjes
- Hechting van eventuele volgende bewerking niet nadelig wordt beïnvloed

► Aandachtspunten bij de keuze van ontkistingsmiddelen

- Eisen aan het uiterlijk van beton
- Toegepast bekistingsmateriaal:
 - Hout
 - Staal
 - Kunststof
 - Rubber
- Het productieproces (warme gietbouw)
- De weerfase (lage temperaturen)

Toepassing

- Het ontkistingsmiddel egaal en in patroon aanbrengen
- Zorg dat het gehele oppervlak wordt geraakt
- Breng het middel altijd zo dun mogelijk aan
- Overtollige olie met schone doeken weghalen
- Gebruik een goede spuit met de juiste en schone nozzle

Bijzondere omstandigheden

- Gebruik van rubber profielmatten (eventueel was i.p.v. ontkistingsolie)
- Conserveren van stalen bekisting bij stortonderbreking, bijvoorbeeld tijdens vakanties

Veiligheid/milieu

- Niet tegen de wind aanbrengen
- Draag beschermingsmiddelen: handschoenen, lange mouwen, evt. gelaatskap
- Lekbakken onder opgeslagen voorraad

Klasseringssysteem

Het gebruik van ontkistingsmiddelen kent gezondheids- en milieurisico's. De middelen, die alle voldoen aan de eisen volgens de ARBO- en milieuwetgeving, zijn ingedeeld in een klasseringssysteem. De klassen van 1 t/m 5 geven een volgorde van middelen die het vriendelijkst zijn voor gezondheid en milieu tot die welke het meest onvriendelijk zijn.

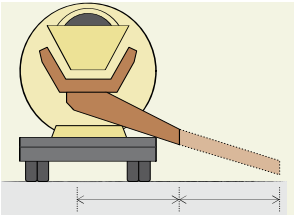
	Criteria	Praktisch
1	<ul style="list-style-type: none"> • 'Ready biodegradable' conform OECD 301 B, C, D of F • Geen R-zinnen conform de Wet Milieugevaarlijke Stoffen • Tenminste 75% (exclusief water) hernieuwbare grondstof • Vlampunt hoger dan 100 °C 	Voornamelijk gebaseerd op herwinbare grondstoffen, goed totaal biologisch afbreekbaar, oplosmiddelvrij
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ten minste 70% afbreekbaar conform OECD 301 B, C, D of F (exclusief 10 days windows) • Reen R-zinnen conform de Wet Milieugevaarlijke Stoffen, m.u.v. R65 • Vlampunt hoger dan 100 °C 	Gebaseerd op mengsels van minerale en herwinbare oliën, redelijk goed totaal biologisch afbreekbaar, oplosmiddelvrij
3	<ul style="list-style-type: none"> • Ten minste 80% afbreekbaar volgens CEC L 33-A-93 test • Geen R-zinnen conform de Wet Milieugevaarlijke Stoffen, m.u.v. R65 • Vlampunt hoger dan 61 °C 	Goed primair afbreekbaar, kan een oplosmiddel bevatten
4	<ul style="list-style-type: none"> • Geen R-zinnen conform de Wet Milieugevaarlijke Stoffen, m.u.v. R65 • Vlampunt hoger dan 61 °C 	Kan een oplosmiddel bevatten, geen afbreekbaarheidsgegevens bekend en/of onvoldoende afbreekbaar
5	<ul style="list-style-type: none"> • Overige producten 	Oplosmiddelhoudend, is geëtiketteerd met R-zinnen en slecht afbreekbaar

TRANSPORT OP DE BOUWPLAATS

De betonmortel wordt op de bouwplaats aangevoerd met truckmixers. Vanuit de truckmixer wordt de betonmortel in de bekisting gebracht.

De gangbare mogelijkheden hiervoor zijn:

- Via een stortgoot direct vanuit de mixer
- Met een kubel
- Met een betonpomp



- *Verlenging met één extra gootdeel is alleen mogelijk bij consistentieklasse F4 of hoger.*

Stortgoot

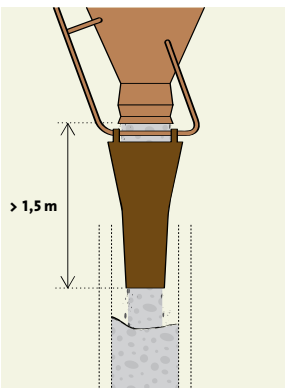
Truckmixers zijn voorzien van een stortgoot. Deze hebben een bereik tot ongeveer de zijkant van de truckmixer.

Bouwdelen die zich rond het maaiveldniveau en op korte afstand van een verharde weg of bouwstraat bevinden, kunnen soms direct vanuit de mixer worden gestort. Zie voor de veiligheid bij levering pagina 92 van deze gids.

Gewicht van een volle kubel

Voor de veiligheid van de stortploeg en de kraanmachinist mag de hijscapaciteit van de kraan niet worden overschreden. Bij de keuze voor de kubel, moet met de juiste kubelinhoud rekening worden gehouden.

Inhoud kubel	1000 liter	1500 liter	2000 liter	3000 liter
Gewicht	2650 kg	3900 kg	5200 kg	7800 kg
Kubel + inhoud				

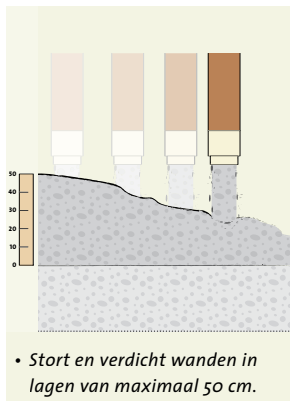


- *Bij een valhoogte van meer dan 1,5 meter een stortkoker of stortbroek gebruiken.*

Kubel

Veel gebruikt is de stortkubel. Deze wordt toegepast in combinatie met een bouwkraan. De capaciteit van de bouwkraan in maximaal hijsgewicht en de lengte van de vlucht is mede bepalend voor de kubelgrootte die wordt gebruikt. Gangbaar zijn kubels met een inhoud van 0,75, 1, 2 of 3 m³.

Door de kubel boven de bekisting beheerst te openen, kan de betonmortel gestort worden in lagen van maximaal 50 cm. Bij een valhoogte van meer dan 1,5 m moet een stortkoker of een stortbroek worden gebruikt om ontmenging te voorkomen.



- Stort en verdicht wanden in lagen van maximaal 50 cm.

Betonpomp

Voor transport van betonmortel op de bouwplaats kan ook gebruik worden gemaakt van een betonpomp. Afstanden in lengte en hoogte worden eenvoudig overbrugd. Ook bij het verdelen van de betonmortel en het storten in lagen, is weinig mankracht benodigd.

Voor kleinere werken en hoeveelheden is de pompmixer geschikt. Hiermee zijn stortsnelheden van 25 á 30 m³ per uur haalbaar. Voor projecten van grotere omvang zijn betonpompen geschikt. Een giekbereik van rond 40 mB (of meer) is mogelijk. De stortcapaciteit varieert van ca. 60 tot 120 m³ per uur. De gewenste stortsnelheid per uur dient echter niet te worden overschreden.



Poster

Storten van betonmortel

Vraag aan bij uw VOBN-centrale
of bij het Gietbouwcentrum

Storten van betonmortel

- ▶ *Aandachtspunten*
- Voorkom ontmenging! Stort niet van grote hoogte.
- Door meteen op de juiste plaats te storten hoeft de mortel niet verplaatst te worden.
- Bij een valhoogte van meer dan 1,5 m een storkoker of stortbroek gebruiken.
- Betonmortel alleen verplaatsen met schop of hark. Nooit met de trilnaald!
- Storten en verdichten in lagen van maximaal 50 cm.
- Werk vanaf een veilige steiger en draag beschermingsmiddelen.

De poster Storten van betonmortel van het Gietbouwcentrum geeft met behulp van afbeeldingen een toelichting op deze punten.

Zelfverdichtend beton

Het storten van zelfverdichtend beton, en ook verdichtingsarm beton, vraagt een andere aanpak dan de gangbare betonmortel. Zelfverdichtende betonmortel wordt op een aantal, vooraf gekozen plaatsen niet verder dan 10 m³ uit elkaar en in een beheerst tempo van 10 á 15 m³/uur, in de bekisting gestort. De mortel vloeit uit zichzelf in de bekisting en rond sparigen. Een goede voorbereiding en overleg met de betonmortelleverancier zijn hierbij van groot belang.

Afweging kubel of betonpomp

De afweging van transport van betonmortel met een kubel of met een betonpomp wordt bepaald door de hoeveelheid, de bereikbaarheid en de aanwezigheid van een bouwkraan.

Bij de doorlopende aanwezigheid van een bouwkraan op de bouwplaats wordt gekeken naar de beschikbare kraantijd. Als het storten met een kubel past in het kraanschema is, dit de eerste optie.

Voor kleinere projecten kan een pompmixer worden ingezet. Deze betontruckmixers zijn uitgerust met een pompinstallatie. De giekcapaciteit is beperkt t.o.v. mobiele pompen. De pompmixer is ook geschikt voor dunnere, flexibele slangen van 65 of 42 mm.

Voor grotere werken en voor projecten die een grote aanvoercapaciteit vragen, kan een mobiele betonpomp worden ingezet. Gieklengthen tot ca. 60 meter zijn mogelijk.

Betonmortel voor hoogbouw kan worden verpompt met een stationaire pomp op de begane grond. Met een meeklimmende verdeelarm op de hoogste verdieping kan het beton worden gestort.



BETON STORTEN

Stortplan

Het realiseren van een betonconstructie is een industrieel proces dat plaatsvindt op een bouwplaats. Voor de realisatie van het betonwerk kan gebruik worden gemaakt van een Modelwerkplan. Een onderdeel hieruit is het storten van de betonconstructie. Voor dit deelproces wordt een stortplan opgesteld. Elk stortplan wordt afgestemd op de aard, de omgeving en de omstandigheden van de te maken betonconstructie. Een VOBN-centrale kan u hierbij adviseren.



► Hoofddij van het stortplan

Bestellen en afroepen van betonmortel	<ul style="list-style-type: none"> • Tijdig bestellen en afroepen op basis van <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bestek en voorschriften ◦ Omstandigheden ◦ Uitvoering • Voorwaarden voor levering van betonmortel zijn vastgelegd in de NEN-EN 206-1 + NEN 8005
Logistiek	<ul style="list-style-type: none"> • Aan- en afvoerroute van truckmixers. Opstelplaats voor bouwkraan en/of betonpomp. Transport van de betonmortel: stortgoot, kubel of betonpomp
Mensen, materieel	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet van mensen en materieel voor het transporteren, storten en verdichten van de betonmortel. Houd rekening met werk- en rusttijden
Routing	<ul style="list-style-type: none"> • Stortvolgorde en routing per bouwdeel bepalen • Laagsgewijs storten en stortsnelheid bepalen • Eventueel overleg met de plaatselijke overheid over markering of afzetting rond de aanvoerroute van betonmortel
Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Voorafgaand aan het storten van betonmortel dient een droge, zuigende ondergrond voldoende vochtig gemaakt te worden, waardoor onttrekking van water uit de betonmortel wordt voorkomen
Bekisting	<ul style="list-style-type: none"> • Bekistingsdelen dienen te worden behandeld met de passende ontkistingsolie
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> • Veiligheidsmaatregelen treffen overeenkomstig het V&G-plan

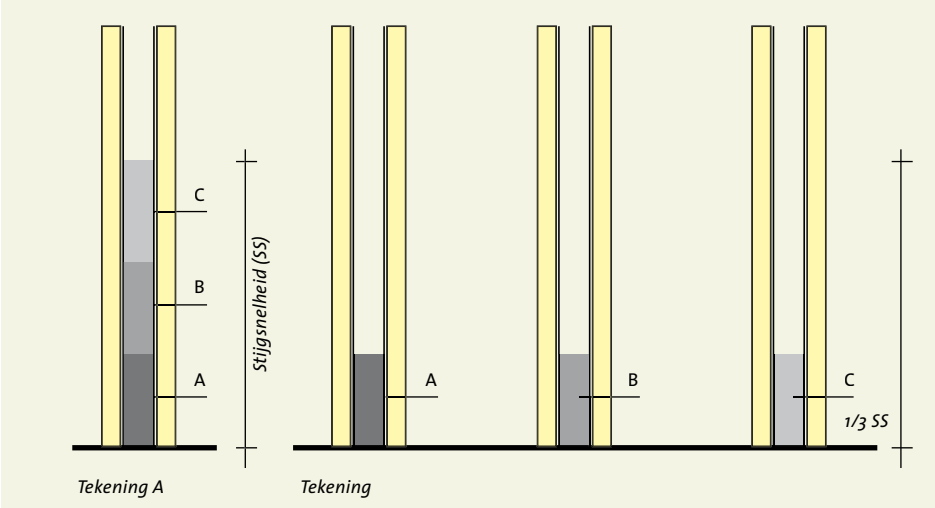


Stortsnelheid

Vanuit de truckmixer wordt betonmortel overgebracht in een kubel of in een betonpomp. De snelheid waarmee de op de bouwplaats aangevoerde hoeveelheid betonmortel verwerkt wordt noemen we de stortsnelheid. Deze wordt aangegeven in m^3/uur .

In deze snelheid waarmee de betonmortel wordt getransporteerd zit een spanningsveld. Een hoog productietempo kan risico's in houden van veiligheid en kwaliteit. In veel gevallen zal de capaciteit voor de stortsnelheid hoger liggen dan de toelaatbare stijgsnelheid van bekisting van een bouwdeel. Om de veiligheid te waarborgen is het dan noodzakelijk om werkzaamheden over meerdere bouwdelen te verdelen. (zie tekening A en B).

► Stijgsnelheid



Met name in woning- en utiliteitsbouw zullen per cyclus meerdere bouwdelen tegelijkertijd worden gestort.

Door bijvoorbeeld drie wandkisten om en om in lagen te storten (tek. B) blijft de stortsnelheid gelijk maar zal de stijgsnelheid tot $1/3$ afnemen. Deze werkwijze biedt tevens de gelegenheid om de betonmortel per laag voldoende te verdichten waardoor de gewenste verdichting en oppervlaktekwaliteit wordt bereikt.

Stijgsnelheid

De maximale stijgsnelheid is het tempo waarin de bekisting, verticaal gemeten, gevuld mag worden en deze wordt gegeven in $x \text{ m}^3$ per uur. Zonder aparte vermelding is voor dit getal uitgegaan van een gangbare consistentieklasse (S_3/F_3). Bij toepassing van verdichtingsarm of zelfverdichtend beton ligt de stijgsnelheid lager. Deze moet dan bepaald worden in overleg met de bekistingsleverancier en de betonmortelleverancier. Bij lage buitentemperaturen zal de verharding van betonmortel trager verlopen. Daarmee neemt de stijgsnelheid af. Ook in dat geval is overleg met genoemde leveranciers noodzakelijk.

Factoren die van invloed op de bepaling van de stijgsnelheid zijn:

- Volumieke massa van betonmortel
- Consistentieklasse
- Temperatuur van betonmortel
- Buitentemperatuur
- Reactiesnelheid van het cement



► Stortplan (voorbeeld)						
Projectgegevens	Naam werk		Adres		Plaats	
	Opdrachtgever					
	Projectnummer					
Betonmortel-leverancier	Betoncentrale		Transportleider		Telefoonnummer	
Bouwdeel, betonmortel	Bouwdeel		Hoeveelheid		m ³	
	Sterkteklasse		Stortsnelheid		m ³ /uur	
	Milieuklassen		Leverantiecodel			
	Chlorideklasse		Stijgsnelheid		m ³ /uur	
	Bijzonderheden					
Tijdschema	Stortdatum	uur	Aanvang stort	uur		
	Einde stort	uur	Schafittijden	uur,	uur	
Stortmaterieel	Kraan	tm	Kubel	m ³	Stortbroek	ja / nee
	Betonpomp	m ³ /uur	Gieklengte	m ¹	Slanglengte	m ¹
	Trilnaalden	st.	Diameter	mm	Lengte	m ¹
	Trilbalk	st.	Omvormers	st.		
Reservematerieel	Betonpomp	Standby / op afroep	Trilnaalden	st.	Omvormers	st.
	Aggregaat	kVA	Trilbalk	st.		
Overige voorzieningen	Verlichting	st.-mast,	st.-statief,		Watt	
	Regenkleding		Afwerkmateriaal			
Personeel	Stortploeg(en)	st.	Verdichters	man	Installaties	man
	Voorman(nen)	man	Afwerkers	man	Vlechters	man
	Bediening kubel/slang	man			Overig personeel	man
Veiligheid	Voorzieningen op en rond de stortplaats					
	Voorzieningen t.a.v. materieel: bekisting, kraan, kubel, pomp					
	Persoonlijke beschermingsmiddelen					
Afwerking	Trilbalk / hoogtegeleiding		Mechanisch schuren / vlinderen			
	Handmatig schuren		Bezemen			
	Instrooien toplaag					
Nabehandeling	Afdekken met plasticfolie		Afdekken met isolatiedekens			
	Curing compound		Nathouden met water		Tijdsduur nabehandeling tot N/mm ² (50% van sterkte) of minimaal uur	
Verhardings-beheersing	Koeling		Meting gewogen rijpheid			
	Specietemperatuur		IJKgrafiek			
	Verwarming		Thermokoppels			
Ontkisten Overige	Betoncontrole		Druksterkte ontkisting		N/mm ²	
	Maatregelen bij lage temperatuur (+ wind / sneeuw)					
	Maatregelen bij hoge temperatuur (+ wind / zonnestraling)					
	Methode bewerking stortnaden					
Bijlagen	Situatieschets (kraan, betonpomp(en), route truckmixers)					
	Gedetailleerde werkomshrijving					
	Schets plaatsing thermokoppels					
	Afroepformulier betonmortel					
Opmerkingen, toelichting						
Akkoord	Opgemaakt door		Datum		Paraaf	
	Gezien directie		Datum		Paraaf	

VERDICHTEN VAN BETONMORTEL

Wijze van verdichten

Betonmortel moet globaal binnen twee uur na productie verwerkt zijn waarbij de betonmortel in de truckmixer in beweging blijft. De tijd dat de betonmortel na aanvoer nog verwerkt mag worden is mede afhankelijk van de toepassing van hulpstoffen en de spcietemperatuur.

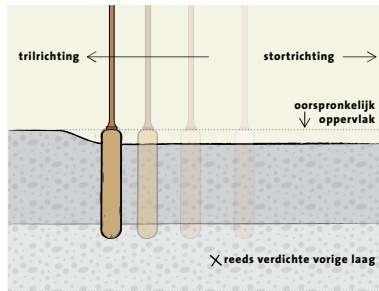
Luchtinsluiting voorkomen

Geïsoleerd en systematisch storten is noodzakelijk om luchtinsluiting te voorkomen. Hierbij maken we onderscheid tussen horizontaal en verticaal storten. Wanden dienen laagsgewijs te worden gestort en met een gecontroleerde stort snelheid. Dit voorkomt dat de speciedruk op de bekisting te hoog oploopt. Bij (hoge) wanden kan door inklinking na enige tijd aanvulling van de hoeveelheid betonmortel nodig zijn. De trilnaald dient altijd verticaal in de betonmortel gestoken te worden. De betonmortel klinkt in en er verschijnen luchtbellens aan het oppervlak. Zodra de betonmortel gaat 'glanzen' dient de trilnaald langzaam uit het beton gehaald te worden. Verdichten is nodig om de vermenig van vers en reeds gestort beton te garanderen en om de ruimte weer op te vullen die mogelijk onder de wapeningsstaven is ontstaan.

Correct gebruik trilnaalden

Trilnaalden dienen langzaam uit het beton te worden getrokken om holle ruimten te voorkomen. Bij het storten van vlakken, zoals vloeren, dient de betonmortel met de transportmiddelen (kubel, pomp of andere voorzieningen) te worden verdeeld. Trilnaalden dienen niet voor de verdeling van de mortel te worden gebruikt. Tevens dient voorkomen te worden dat de wapening in trilling wordt gebracht. Alleen goed verdicht beton geeft de betonconstructie de gewenste druksterkte en duurzaamheid.

Let op: Het toevoegen van water, hulpstoffen e.d. aan de betonmortel is niet toegestaan. Indien de betonmortel niet de juiste consistentie heeft, dient u contact op te nemen met de betonmortelcentrale. De betontechnoloog kan dan adequate maatregelen treffen.



Vloeren

Dunne lagen betonmortel voor vloeren, druklagen op breedplaten, erfverhardingen e.d. dienen zo gelijkmatig mogelijk, uit de kubel of betonpomp te worden verdeeld over het oppervlak. Voor verdere gelijkmatige verdeling kan een shop of hark worden gebruikt. Met een trilnaald wordt de betonmortel in een regelmatig patroon met korte tussenafstanden verdicht. De trilnaald mag niet worden gebruikt om 'hopen' betonmortel te verdelen. Dit kan ontmenging, en dus kwaliteitsverlies, tot gevolg hebben.

De koeling van de trilnaald wordt geregeld door middel van het gebruik in beton (warmte afgifte aan de betonspecie). Bij relatief dunne vloeren blijft de trilnaald deels boven het oppervlak. Een korte trilnaaldfles is hierbij aan te bevelen. Voor het storten van platen van 150 á 100 mm of nog dunner is een trilbalk een alternatief.

De drijfrij, afwerkspaan met trilmotor is bedoeld voor het nivelleren en vlak afwerkern van het betonoppervlak. Deze zijn niet geschikt voor het verdichten van de gestorte vloer. De trilnaaldfles is de trilmantel ofwel het actieve deel aan het einde van de slang.

Wanden, balken en kolommen

De keuze van de doorsneden wordt vooral bepaald door de dichtheid van de wapening in de betonconstructie. Daarnaast is de afmeting van het bouwdeel van invloed. Over het algemeen geldt dat hoe groter het te storten bouwdeel is, hoe dikker de trilnaald moet zijn.

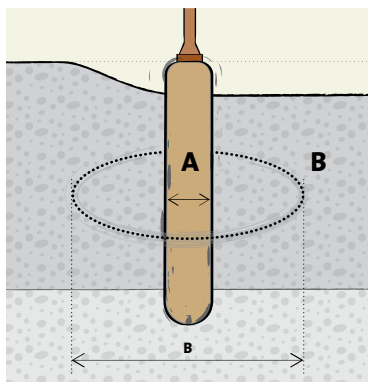
Lange maar relatief dunne wanden, balken e.d. gelden als beperkt van afmeting.

Het raken van de wapening bij het verdichten moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Door de trilling door de wapeningskorf kan in het reeds verdichte beton gedeeltelijk ruimte tussen het betonen de wapeningsstaaf ontstaan. Dit betekent minderhechting en sterkteverlies na volledige verharding.

Werkingsfeer van de trilnaald

Er is een direct verband tussen de doorsnede van de trilnaald en het gebied rond de trilnaald dat wordt verdicht.

Diameter Trilnaald (A)	Effectieve verdichting (B)
Ca. 28 mm	Ca. 300 mm
Ca. 36 mm	Ca. 400 mm
Ca. 50 mm	Ca. 550 mm
Ca. 57 mm	Ca. 750 mm
Ca. 65 mm	Ca. 900 mm



Trilnaald techniek en KAM

In Nederland zijn de elektrisch aangedreven handstoktrilnaalden en hoogfrequente trilnaalden het meest gangbaar. De uitvoering en overwegingen van Arbo-omstandigheden en energie maken de mechanische handstoktrilnaalden geschikt voor kortdurend gebruik tot max. ca. 60 minuten continue. Met andere woorden voor betonconstructies van een beperkte afmeting.

Voor het verdichten van kleine en grote betonconstructies kan gebruik worden gemaakt van hoogfrequente trilnaalden (bijvoorbeeld 42V-200Hz. met frequentie omvormer) Deze zijn geschikt voor langdurend gebruik tot ca. 10 uur continue. De keuze van de trilnaald dient altijd afgestemd te worden op de specificaties van de leverancier.

STORTONDERBREKINGEN

Bij betonconstructie met grote afmetingen is het meestal niet mogelijk om het bouwwerk of bouwdeel als één geheel of in één procesgang te storten. Daarnaast kunnen bouwdelen gedeeltelijk ontkoppeld worden in verband met dilataties en/of compartimentering.

Ontkoppelde naden kunnen wel verbonden zijn door (waterdichte) dilatatieprofielen en/of deuvelconstructies. Deze naden zijn in de ontwerpfase bepaald en voorzieningen zijn in het bestek vastgelegd. In dit overzicht wordt ingegaan op aandachtspunten en mogelijke oplossingen voor starre, aangestorte naden (dus geen dilataties).

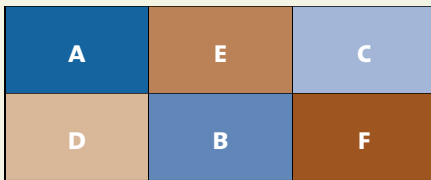
Voor meer informatie:
www.gietbouwcentrum.nl
 Alles over betonmortel



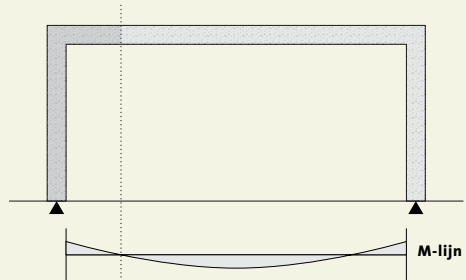
Vormen van krimp en uitzetting, constructieve of productie-technische redenen kunnen stortonderbrekingen noodzakelijk maken. Praktische stortonderbrekingen in doorgaande constructies zullen in overleg tussen werkvoorbereiding, uitvoering en constructeur worden bepaald. Hieronder volgen voorbeelden, aandachtspunten en mogelijke oplossingen.

Plaats van de stortonderbreking

Afhankelijk van de soort en aard van de betonconstructie wordt de plaats van de stortonderbreking vastgesteld.



- Indeling en stortvolgorde bij grote vloervelden of terreinverhardingen.



- De stortonderbreking bij voorkeur aanbrengen waar de buigspanning het geringste is. (Dit is van toepassing bij een extra tunnelkist die gebruikt wordt als steltunnel.)

Stortnaad met aanhechting

Voor een stortnaad waaraan constructieve eisen gesteld worden gelden de volgende voorwaarden:

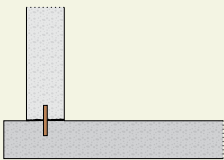
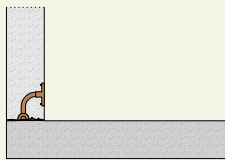
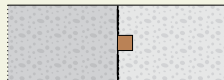
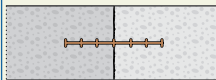
- Het eerder gestorte beton deel moet voldoende verdicht en nabehandeld zijn
- Het aan te storten oppervlak moet ruw en schoon zijn, ook rondom wapening en in het dekkingsgebied. Hiervoor moet de cementschud zijn verwijderd. Dit kan door:
 - tussen ca. 6 en 20 uur na storten, met een hogedruk waterstraal
 - toepassen van een oppervlakte vertrager op de stortnaad en met hogedruk schoonspuiten
 - gritstralen van verhard beton t.p.v. de stortnaad

Als er een curing compound wordt gebruikt dient te worden voorkomen dat sporen hiervan op de stortnaad komen

- Vuil, losse zand of grinddelen, betonresten en overtollig water moet verwijderd worden
- De stortnaad moet worden bevochtigd maar mag niet te nat zijn
- Te storten betonmortel heeft bij voorkeur een consistentieklasse S3 en er mag geen betonmortel, inclusief cement-water en fijne delen, weg lekken t.p.v. het aansluitvlak

Vochtkering

Bij vochtbelasting ter plaatse van stortonderbrekingen kunnen voorzieningen worden opgenomen. Door middel van overleg tussen constructeur, uitvoering en leverancier wordt bepaald welke voorziening het meest passend is.

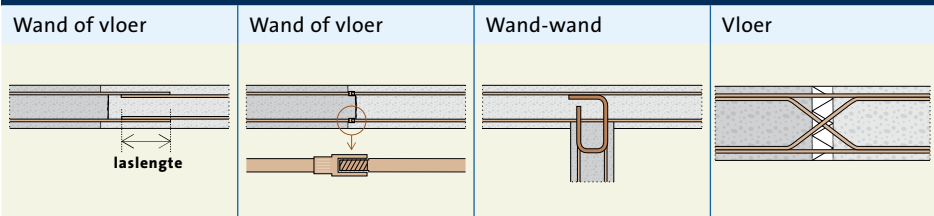
► Stortonderbreking			
Horizontaal	Horizontaal of verticaal	Verticaal	Verticaal
Vloer-wand	Vloer-wand of wand-wand	Vloer of wand	Vloer of wand
			
• Kimblik	• Injectieslang	• Zwelband	• Voegband

Wapening

Bij stortonderbrekingen in doorgaande constructie zal de wapening door de stortnaad heen moeten lopen. Hiervoor zijn meerdere mogelijkheden:

- Wapening op minimaal de vereiste laslengte door de voorziening laten doorsteken
- Wapeningsysteem met schroefkoppeling
- Op een aantal plaatsen is ook het gebruik van stekkenbakken mogelijk
- Wapeningsysteem met koudebrugonderbreking

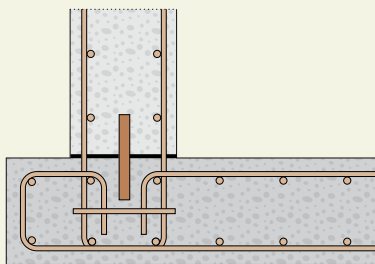
► Stortonderbreking



De plaats van de stortonderbreking wordt veelal door verschillende aspecten bepaald. Een gunstige plaats ten opzichte van de bekisting kan complex zijn in de wapening of andersom.

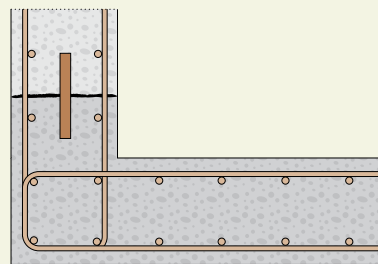
► Aansluiting vloer-wand

Zonder opstorting



Bekisting is eenvoudig, wapening complex

Met opstorting

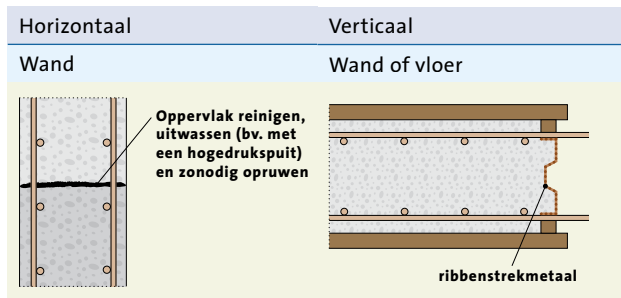


Bekisting is complex, wapening eenvoudiger

Aanhechting

Een stortonderbreking dient zo min mogelijk tot verzwakking van de constructie te leiden. Zorg dient daarom te worden besteed aan de aanhechting in het oppervlak tussen de twee stortgangen.

Horizontale stortonderbrekingen kunnen veelal volstaan door het storten tot op een geplande hoogte.



Bij een verticale stortonderbreking kunnen speciaal voor het project gemaakte kopschotten worden gebruikt of kunnen geperforeerde stalen stortonderbrekingsprofielen worden toegepast.

Schoon beton

Een extra aspect bij schoon beton naast de bovengenoemde aandachtspunten, is het uiterlijk van de stortonderbreking. De oude bouwwijsheid 'gelijk is ongelijk' is ook hier van toepassing. Aanbevolen wordt de aansluiting te accentueren, waardoor deze minder opvalt.

Voorbeelden:



Brochure **Schoon beton**

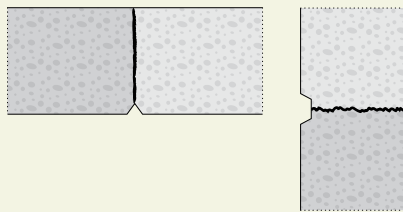
Gratis aanvragen of downloaden

www.gietbouwcentrum.nl

► Stortonderbreking

Horizontaal of verticaal

Wand of vloer



► Aandachtspunten

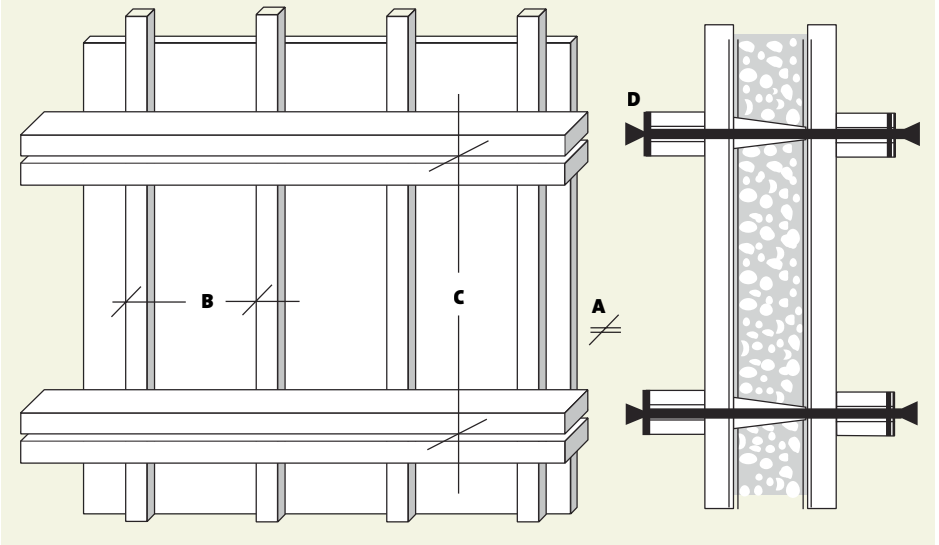
- Vooraf aan het aanstorten altijd het aanstortvlak van de eerder gestorte beton ruw, schoon en vochtig maken.
- Pas op bij de kruising van injectieslangen (potentiële lekkage).

BEKISTINGSDRUK

Sterkte bekisting

Voor het vormen van in het werk gestorte, verticale bouwdelen is bekisting nodig. Deze bekisting kan bestaan uit rechte of gebogen delen en de vorm is contra aan de te maken betonconstructie.

► Rekenvoorbeeld sterkteontwikkeling



De globale opbouw bestaat uit plaat materiaal (in contact met het beton), regels achter het plaatmateriaal en gordingen achter de regels. Systeembekisting heeft meestal een raamwerk waar het plaatmateriaal (paneel) in valt. Om de panelen te koppelen worden klemmen gebruikt. Gordingen lopen door achter twee of meer panelen. Stalen bekisting werkt met staalplaat, U-profielen en liggers. De structuren zijn vergelijkbaar.

De plaatdikte A, regelafstanden B en het aantal gordingen C zijn te variëren. Elke maat is mede bepalend voor de sterkte van de bekisting. Bekistingdelen, zoals bij wanden, worden gekoppeld door centerpennen en conussen D.

De constructeur van bekistingen bepaalt de afmetingen van de diverse onderdelen en afstanden van die onderdelen. Daaruit volgt de maximaal toelaatbare betondruk.

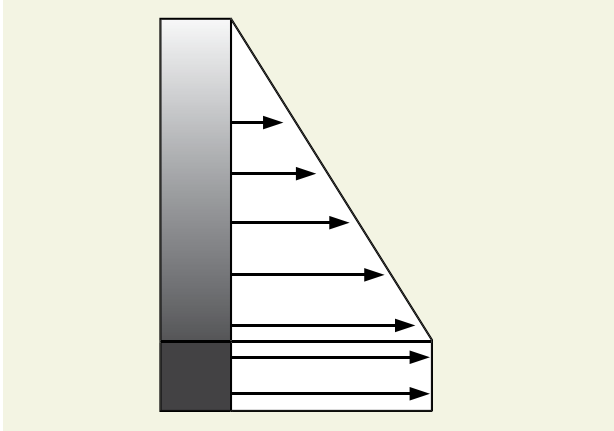
Opstijven betonmortel

Als betonmortel in de bekisting wordt gestort, is deze plastisch. Plastische betonmortel gedraagt zich als een vloeistof.

Hoe hoger de kolom plastisch beton, des te hoger de bekistingsdruk. Zodra de betonmortel onderin opstijft zal de druk op de bekisting afnemen.

Het moment van opstijven van betonmortel is vooral afhankelijk van de reactiesnelheid van de toegepaste cementsoort, consistentieklasse en de specietemperatuur. Stugge, warme betonmortel zal dus sneller opstijven dan koude plastische betonmortel (zie ook NEN 6722:2002 Art. 9.3.2).

► Schema betondruk en stijgsnelheid



Voor een betonconstructie met een bepaalde hoogte kan dit betekenen dat de betonmortel onderin al opstijft terwijl er bovenin nog gestort wordt. Er is dus een duidelijke relatie tussen betondruk en stijgsnelheid waarmee de bekisting wordt gevuld.

► Rekenvoorbeeld

Zeer plastische betonmortel:	horizontale betonmorteldruk = hydrostatische druk
Volumegewicht van beton:	24 kN/m ³
Hoogte te storten bouwdeel:	3000 mm
Maximaal op tredende betonmorteldruk:	24 x 3 m = 72 kN/m ²

DOORSTEMPELEN EN HERSTEMPELEN

**Sterkteontwikkeling**

De sterkteontwikkeling van beton is van meerdere factoren afhankelijk. De in het rekenvoorbeeld genoemde percentages zijn een globale benadering. Per project dient u de sterkteontwikkeling te bepalen. Een VOBN-betonmortelleverancier kan daarbij behulpzaam zijn.

Inzet, doorlooptijd en draagvermogen

Het maken van de breedplaatvloer is niet mogelijk zonder een onderstempeling. De inzet van het aantal stempels en de hoeveelheid stempelrijen, de optimale plaats en de h.o.h. afstanden van de onderslagen worden in onderling overleg bepaald tussen bouwbedrijf en de leverancier van de breedplaat en de ondersteuningsconstructie.

Het draagvermogen van de appartementenvloer $d = 300$ mm kan als volgt worden berekend:

	q_{rep}	γ	q_d									
<i>eigen gewicht</i>	$0,30 \times 24 = 7,20 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,2 =$	$8,64 \text{ kN/m}^2$									
<i>dekvloer</i>	$0,05 \times 20 = 1,00 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,2 =$	$1,20 \text{ kN/m}^2$									
<i>scheidingswanden</i>	$= 0,80 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,2 =$	$0,96 \text{ kN/m}^2$									
<i>nuttige belasting</i>	$= 1,75 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,5 =$	$2,63 \text{ kN/m}^2$									
	$q_{rep} = 10,75 \text{ kN/m}^2$		$q_d = 13,43 \text{ kN/m}^2$									
	eigen gewicht { <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>stortbelasting</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>druklaag</td><td>6,00</td></tr> <tr><td>breedplaat</td><td>1,20</td></tr> <tr><td>stempels</td><td>0,25</td></tr> </table>			stortbelasting	1,00	druklaag	6,00	breedplaat	1,20	stempels	0,25	
stortbelasting	1,00											
druklaag	6,00											
breedplaat	1,20											
stempels	0,25											
	werkbelasting te storten vloer 4			8,45 kN/m²								
vloer	cyclus 7 dagen ouderdom/%	draag- vermogen q_d in % verharding	eigen gewicht (e.g.)	nuttig draagvermogen								
				per vloer q_d - e.g	vloeren cumulatief							
3	7d/70%	9,40	7,20	2,20								
2	14d/90%	12,09	7,20	4,89	7,09	< 8,45						
1	21d/100%	13,43	7,20	6,23	13,32	> 8,45						

belasting en draagvermogen in kN/m²

Doorstempelen

In het algemeen dienen te storten vloeren onderstempeld te worden zodanig dat het eigen gewicht en stortbelasting van de te vervaardigen vloer door twee of drie onderliggende vloeren gedragen kan worden. Het juiste aantal zal door middel van berekening moeten worden bepaald.

Het tijdstip van verwijderen resp. herstempelen wordt bepaald door de sterkteontwikkeling van de betonnen druklaag, het aantal verdiepingvloeren, dat boven de beschouwde vloer gestort gaat worden en de cyclus waarin dat plaats zal vinden. Het is dus belangrijk om met de constructeur van het project te overleggen.



Herstempelen

Ter voorkoming van overbelasting op stempels en onderliggende vloeren wordt herstempeling toegepast. Dat wordt bereikt door de stempels te laten schrikken door deze te lossen en weer aan te draaien. Hierdoor wordt de onderliggende vloer ontlast van het eigen gewicht van de bovenzvloer en kan vervolgens weer bijdragen aan het ondersteunen van de te storten bovenzvloer. Bij dit herstempelen van vloeren worden veelal de randstempelen nabij de betonwanden verwijderd, omdat de betonwanden in staat zijn deze randbelasting op te nemen.

Tijdstip van herstempelen (ontkisten)

Het moment waarop de vloer zich voldoende sterkte heeft ontwikkeld om zijn eigen gewicht te dragen wordt bepaald door de sterkteontwikkeling van het beton van de betreffende vloer.

Volgens NEN 6722 (VBU) wordt voor dragende bekistingen een minimale sterkte van 14 N/mm^2 vereist en dit dient door de constructeur getoetst te worden. De ontwikkelde betondruksterkte kan bepaald worden aan de hand van de methode 'gewogen rijpheid' volgens NEN 5970.

Indien geen controleberekeningen worden uitgevoerd dienen bij ontkisten de vereiste minimale kubusdruksterkten volgens tabel 6 NEN 6722 (VBU) toegepast te worden.

Toelichting voorbeeld

In dit voorbeeld is uitgegaan van een cyclus van 7 kalenderdagen. Aangehouden is een arbitraire sterkteontwikkeling van de druklaag:

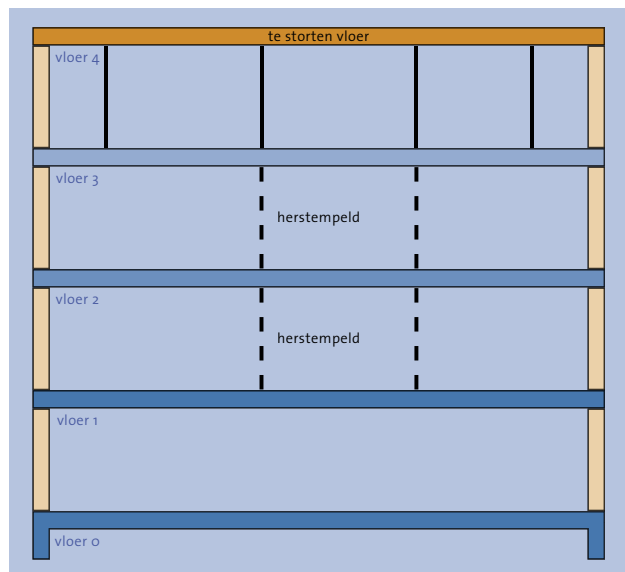
Vloer 4: te storten

Vloer 3: 7 dagen oud, 70% van de eindsterkte

Vloer 2: 14 dagen oud, 90 % van de eindsterkte

Vloer 1: 21 dagen oud, 100% van de eindsterkte

Bovengenoemde waarden zijn afhankelijk van de verhardingsomstandigheden en dienen ter plaatse getoetst te worden.



ONTKISTEN

NEN-normen

De ontkistingssterkte van beton wordt door de constructeur bepaald en op tekening aangegeven. Volgens NEN 6722 moet de kubusdruksterkte van beton bij niet-dragende bekisting ten minste 3,5 N/mm² bedragen. Bij dragende bekisting is de minimumeis ten minste 14 N/mm². Voor het bepalen van de betondruksterkte om te mogen ontkisten zijn de volgende normen van toepassing:

NEN 5970	Methode van gewogen rijpheid
NEN 5989	Verhardingsproef met temperatuurregeling
NEN 5988	Verhardingsproef

Gewogen rijpheid

Bij warme en koude gietbouw wordt de sterkteontwikkeling bepaald volgens de methode gewogen rijpheid. Deze methode is gebaseerd op de componenten: tijd, temperatuur en de invloed van het karakter van cement op de sterkteontwikkeling (C-waarde). De methode maakt gebruik van het principe dat de sterkte van beton bepaald wordt door het product van tijd en temperatuur. Dit wordt rijpheid genoemd. Bij het vaststellen van de rijpheid wordt rekening gehouden met de C-waarde van cement, de gewogen rijpheid kan worden bepaald als maat voor de ontwikkelde sterkte. Vervolgens kan door middel van een ijkgrafiek de sterkteontwikkeling van het toegepaste betonmortel worden afgeleid.

Let op: Voor elke betonsamenstelling moet een specifieke ijkgrafiek worden opgesteld en elke ijkgrafiek vraagt een aparte instelling van de rijpheidscomputer! De VOBN betonmortel-leverancier kan de benodigde gegevens verstrekken.

Als de ontkistingssterkte van beton niet is opgegeven, dient te worden uitgegaan van de tabellen uit de NEN 6722.

► Tabel 6 uit NEN 6722

Sterkteklasse	Minimale ontkistingssterkte (N/mm ²) dragende onderdelen
C 12/15	18
C 20/25	25
C 28/35	33
C 35/45	40
C 45/55	47
C 55/67	54

► Tabel 6 uit NEN 6722: Tijdstip van ontkisten bepaald uit de verhardingstijd van beton

Sterkteklasse cement	Verhardingstijd in dagen		
	Zijbekisting van balken, wanden en kolommen	Onderbreking van vloeren en balken	
		Overspanning ≤ 3 m	Overspanning > 3 m
32,5	3	8	20
42,5	2	5	10
52,5	1	3	6

- Op een verhardingsdag dient de gemiddelde etmaaltemperatuur 4 °C te zijn. Wordt dit niet gehaald, dan telt deze dag niet mee.

NABEHANDELEN

Maatregelen

Voor het verharderen van beton is water nodig. Daarom dient versgestort beton in de beginfase van de verharding tegen uitdrogen beschermd te worden. Dit nabehandelen bestaat uit het vochtig houden van het oppervlak maar ook uit isoleren tegen kou. Bij gebrek aan water aan de oppervlakte, door warmte, zoninstraling en/of wind, zullen de open of pas ontkiste betonvlakken uitdrogen. Hierdoor kan de kwaliteit aan de oppervlakte sterk verminderen. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot zogenaamde 'stuwende' vloeren.

Betonmortel en jong beton moeten worden nabehandeld en tegen uitdrogen en bevriezen worden beschermd om:

- Plastische krimpscheuren te voorkomen
- Voldoende sterkte van het oppervlak te verzekeren
- Voldoende duurzaamheid van het oppervlak te verzekeren

► Nabehandelen

Bescherming tegen	Mogelijke maatregelen
Uitdrogen	<ul style="list-style-type: none"> • Voorkom waterverlies door de betonmortel af te dekken met plastic folie, door de verhardende beton constant nat te houden ¹⁾, door sproeien of door het aanbrengen van een 'curing compound'
Te grote temperatuurspanningen	<ul style="list-style-type: none"> • Voorkom te snelle temperatuurstijging bij verwarmen • Voorkom te snelle afkoeling na het ontkisten in de winter d.m.v. isolatie • Voorkom sterke, éézijdige verwarming door zonnestraling of sterke éézijdige afkoeling in de winter • Neem bij dikke betonconstructies temperatuurbeheersingsmaatregelen
Mechanische beschadiging	<ul style="list-style-type: none"> • Bekisting lang genoeg laten staan • Niet trillen vlak bij zeer jong (verdicht en afgewerkt) beton • Bescherm het oppervlak minimaal 1 dag tegen regen
Vorstschade	<ul style="list-style-type: none"> • isoleer zeer jong beton tot een sterkte van tenminste 5 N/mm² is bereikt
Vervuilen en verkleuren	<ul style="list-style-type: none"> • Bescherm betonvlakken, waarboven of waarlangs gewerkt wordt, beschermen met folie of dekzeilen

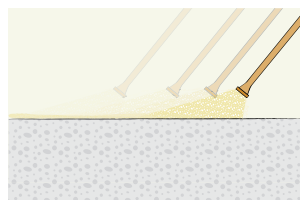
¹⁾ Voorkom een groot temperatuurverschil tussen de verhardende vloer en het sproeiwater!



- *Bepaal vooraf de methode en duur van nabehandelen.*



- *Leg matten of folies met voldoende overlapping. Verzwaar de randen als het waait. Denk om voldoende materiaal bij de randen.*



- *Curing compound altijd gelijkmatig verdelen en zonedig twee keer aanbrengen.*

Nabehandelingstijd

Voor beton dat wordt blootgesteld aan milieuklasse XC 1, geldt een nabehandelingsduur van tenminste een halve dag. Beton in alle andere milieuklassen moet worden nabehandeld tot de betonsterkte in het oppervlak ten minste 50% van de voorgeschreven sterkteklasse bedraagt. De NEN-EN 13670 eist van Nabehandelingsklasse 4 nabehandeling tot dat 70% van de eindsterkte in het oppervlak is gerealiseerd.

► Periode van nabehandelen in dagen

Temperatuur van het beton-oppervlak °C	Periode van nabehandeling in dagen ^{a)}			
	Sterkteontwikkeling beton ^{b)} $f_{cm2} / f_{cm28} = r$ ^{c)}			
	Snel $r \geq 0,50$	Normaal $r = 0,30$	Langzaam $r = 0,15$	Zeer langzaam $r \leq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3,0
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,5	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7	10
$10 > t \geq 5$ ^{d)}	3,0	6	10	15

a) Voor iedere periode na begin binding voor zover deze langer duurt dan 5 h.

b) De sterkteontwikkeling van beton (f_{cm2} / f_{cm28}) is de verhouding tussen de gemiddelde kubusdruksterkte na 2 dagen en na 28 dagen. De sterkteontwikkeling moet zijn gebaseerd op gegevens verkregen vanuit een geschiktheidsonderzoek of zijn gebaseerd op eerdere gegevens van beton met gelijkwaardige samenstelling.

c) Tussen de waarden van r is rechtlijnige interpolatie mogelijk.

d) Bij temperaturen lager dan 5 °C moet de duur van de nabehandeling worden verlengd met een periode gelijk aan die waarin de temperatuur lager dan 5 °C was.



Poster

Nabehandelen van beton

Vraag aan bij uw VOBN-centrale
of bij het Gietbouwcentrum

Nabehandelen van beton

► Aandachtspunten

- Bepaal vooraf de methode en duur van nabehandelen. Beter te lang dan te kort!
- De beste nabehandeling is de bekisting laten staan.
- Leg matten of folies met voldoende overlapping. Verzwaar de randen als het waait. Denk om voldoende materiaal bij de randen.
- Curing compound altijd gelijkmatig opbrengen en zonodig twee keer aanbrengen (zie voorschrift leverancier).
- Wordt op het beton een verf- of deklaag aangebracht, gebruik dan een speciale curing compound.
- Start het nabehandelen met water pas nadat het beton is opgesteven. Zorg ervoor dat het beton gedurende de gehele periode van nabehandelen nat blijft.

KEURINGSPLAN

In feite is controle geen apart onderdeel, maar een doorlopende activiteit gedurende het gehele proces. Controles dienen uitgevoerd te worden aan de hand van een keuringsplan. Hierin wordt vastgelegd welke risicovolle werkzaamheden aan een controle onderworpen worden. Controle kan daarmee helpen om faalkosten te voorkomen. Een keuringsplan wordt per bouwwerk of bouwdeel afgestemd op de aard en moeilijkheid van het werk. Als voorbeeld kan het keuringsplan uit het Model-werkplan dienst doen (verkrijgbaar op www.gietbouwcentrum.nl).

Voor meer informatie:
www.gietbouwcentrum.nl
 Download de model-werk-plannen.



Hieronder staat een basis voor een keuringsplan.

► **Storten en verwerken van beton**

De volgende keuringsresultaten moeten worden verzameld:

- Afleveringsbonnen van de mixers van de betonmortel-centrale
- Gekozen betonsamenstelling en de overeengekomen gebruikseisen
- Consistentie aangevoerde betonmortel
- Uitdraai rijpheidsmeting
- Eventueel resultaten controle proefkubussen

► **Nabehandeling en nazorg beton**

De nadere controles en keuringen die samen met de opdrachtgever/bouwdirectie moeten worden uitgevoerd, kunnen zijn:

- Sterkteontwikkeling
- Maatnauwkeurigheid
- Dekking
- Afdekking, isolatie
- Scheurvorming
- Gereed product op esthetische kwaliteit
- Wijze van repareren

Herhalingskeuringen (steekproefsgewijs) afhankelijk van productieomvang en complexiteit.

TOLERANTIES VOOR BETONOPPERVLAKKEN

Projectspecificatie betonoppervlak

Aan betonoppervlakken die afgewerkt worden of in het zicht blijven, worden eisen gesteld aan het uiterlijk. Deze eisen, zoals oneffenheden aan het oppervlak, kleur of structuur, moeten vooraf worden gespecificeerd, zodat hiermee in de voorbereiding en de keuze van bekisting rekening wordt gehouden. De ontkiste en gestorte zijden dienen te voldoen aan de betreffende beoordelingscriteria.

Om toleranties te beschrijven worden de oppervlakken in drie klassen verdeeld:

Klasse A

Standaardklasse, (tabel 8 NEN 6722, VBU), repareren van onvolkomenheden is toegestaan.

Klasse B

Bijzondere esthetische eisen die in de projectspecificatie zijn aangegeven (zie ook schoon beton).

Klasse C

Geen esthetische eisen.



► NEN 6722 Tabel 8 – Klasse A betonoppervlak (standaardklasse)

Onderwerp	Eisen
Bekisting	
• Structuur	Eén soort plaatmateriaal
• Paneelpatroon/ plaatpatroon	Geen bijzondere eisen ^{a)}
• Plaatnaden ^{b)}	≤ 2 mm
• Elementnaden ^{c)}	≤ 3 mm
• Bramen bij de naden	≤ 3 mm
• Plaatselijke doorbuiging	≤ 1 mm ^{d)}
• Plaatselijke afwijking	≤ 2 mm ^{d)}
• Vlakheid van grote oppervlakken	≤ 7 mm ^{e)}
• Hoeken	Vellingkant toepassen ^{f)}
Betonoppervlak	
• Kleur	Geen bijzondere eisen
• Luchtbellen plaatselijk	Max. 50 mm ² /dm ² ^{g)}
• Luchtbellen totaal	Max. 1500 mm ² /m ² ^{g)}
• Zandstrepen	Geen bijzondere eisen ^{g)}
Betonverwerking	
• Stortonderbrekingen	Geen bijzondere eisen
Onvolkomenheden	
• Aftekening wapeningspatroon	Geen esthetische eisen
• Aftekening stophout	Geen esthetische eisen op gemarkeerde plaatsen
• Aftekening afstandhouders	Geen esthetische eisen
• Aftekening reparaties	Geen esthetische eisen

a) Eisen aan plaat- en centerpenpatroon kunnen kostenverhogend werken.

b) Naad tussen twee bekistingplaten.

c) Naad tussen twee bekistingschotten.

d) Gemeten met rei van 400 mm.

e) Gemeten met rei van 2000 mm.

f) Kan lekwater in de hoeken voorkomen.

g) Onvolkomenheden kunnen gerepareerd worden.

Behangklaar?

Het begrip 'behangklaar' als kwaliteit van een betonwand is nergens vastgelegd.

In de uitgave *Gietbouwpocket 2009* is een voorbeeldtabel opgenomen maar, ook deze is niet functioneel gebleken. Voor zowel de verschillende gebruiksfuncties van ruimten en verschillen in betonoppervlak als resultaat van bekistingsystemen kan het zinvol zijn om meerdere criteria te hanteren.

Bij voorbeeld aan het uiterlijk van een spouwwandzijde waar isolatiemateriaal tegen aangebracht wordt, zullen geen hoge vlakheidseisen worden gesteld. Voor de woningzijde kan het verschil maken of een wand gesausd, behangen of gestukadoord wordt.

Als uitgangspunt voor beoordeling van het betonoppervlak geldt de norm NEN 6722-2002 Tabel 8-klasse A.

Als partijen scherpere criteria willen afspreken ten aanzien van 'behangklaar' van het betonoppervlak kunnen zij in onderling overleg een aangepaste tabel vast leggen.

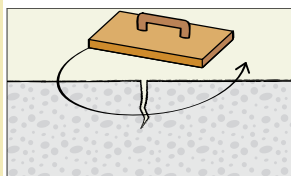
Hier onder een voorbeeld.

► Voorbeeld beoordeling betonoppervlak	
Onderwerp	Eisen
Bekisting	
• Plaatnaden	≤ mm
• Elementnaden	≤ mm
• Bramen bij de naden	≤ mm
• Plaatselijke doorbuiging	≤ mm
• Plaatselijke afwijking	≤ mm
• Vlakheid van grote oppervlakken	≤ mm
• Hoeken	beschadiging ≤ mm
Betonoppervlak	
• Luchtbellen plaatselijk	Max. mm ² /dm ²
• Luchtbellen totaal	Max. mm ² /m ²
• Afwerking centerpengaten	T.o.v. verblijfsruimte: + o / ≤ mm
• Aftekenen schoef-, spijkergaatjes e.d.	T.o.v. verblijfsruimte: + o / ≤ mm



Poster Scheurvorming in beton

Vraag aan bij uw VOBN-centrale
of het Gietbouwcentrum



Schoon beton

In het werk gestorte betonconstructies die zijn benoemd als schoon beton en prefab beton vallen vaak onder 'klasse B' van NEN 6722. Deze klasse betreft voornamelijk schoon beton. In *CUR-Aanbeveling 100* worden kaders gegeven voor beoordelingscriteria, eisen en toleranties. Deze dienen per project te worden bepaald. Kolom B1 uit tabel 1 is hierbij een hulpmiddel voor in het werk gestort beton. Deze aanbeveling bevat ook aanwijzingen voor communicatie, omschrijvingen, werkvoorbereiding en uitvoering.

VOORKOMEN VAN SCHEURVORMING

Scheuren in beton

Pas gestorte betonmortel wordt, vanaf het moment van aanvang binding, wel omschreven als jong beton. In deze fase kunnen al scheuren in het beton ontstaan. Hieronder staan drie soorten scheurvorming, de oorzaak ervan en de maatregelen om dit zoveel mogelijk te voorkomen.

SCHEURWIJDE

0,05

► Plastische krimp-scheuren

0,1

Oorzaak

Voorkomen

0,2

Plastische krimp-scheuren ontstaan door te snelle verdamping van water aan de oppervlakte

- Voorkomen door een goede nabehandeling met curing compound of het beton nathouden en afdekken met speciale folie

0,4

0,5

► Thermische krimp-scheuren

0,6

Oorzaak

Voorkomen

0,7

Thermische krimp-scheuren ontstaan door een hogere temperatuur van het beton bij een lagere buitentemperatuur

- Breng isolatie aan
- Wacht zo lang mogelijk met het weghalen van de bekisting
- Zo vroeg mogelijk krimpvoegen zagen

0,8

0,9

1,0

1,1

1,2

► Zettingscheuren

1,3

Oorzaak

Voorkomen

1,4

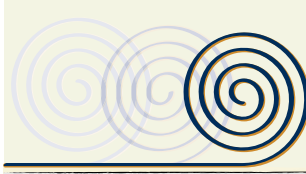
Zettingscheuren ontstaan door inklinken van betonmortel in hoge wanden en kolommen. In vloeren zijn ze herkenbaar aan het patroon van de wapening

- Stort constructie met grote hoogten in meerdere lagen
- De bovenste laag tot een uur na het storten 'na-verdichten'
- Zorg voor gelijkmatige verdichting

1,5

mm

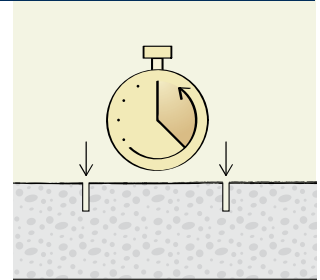
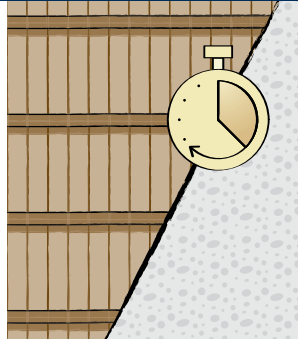
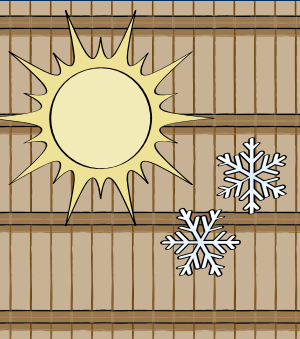
► Plastische krimpseuren



- Voorkomen door een goede nabehandeling met curing compound.

- Voorkomen door het beton nat te houden en af te dekken met speciale folie.

► Thermische krimpseuren

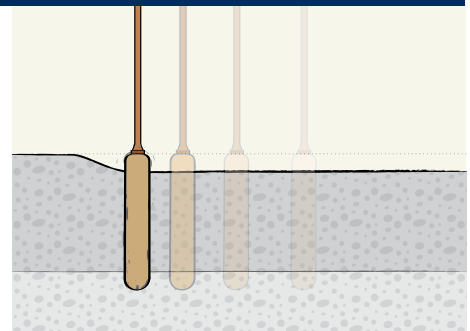
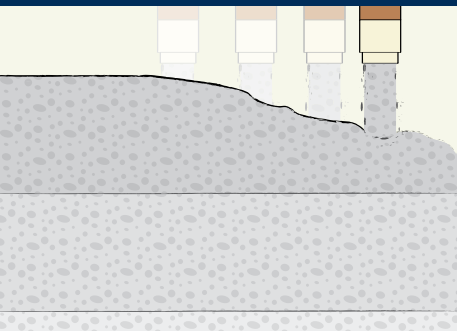


- Beperk temperatuurverschillen door het aanbrengen van isolatie.

- Wacht zo lang mogelijk met het weghalen van de bekisting.

- Op een zo vroeg mogelijk tijdstip krimpvoegen zagen.

► Zettingsseuren



- Stort constructies met grote hoogten in lagen.

- De bovenste laag tot een uur na het storten 'na-verdichten'.

BETON IN DE WINTER EN IN DE ZOMER

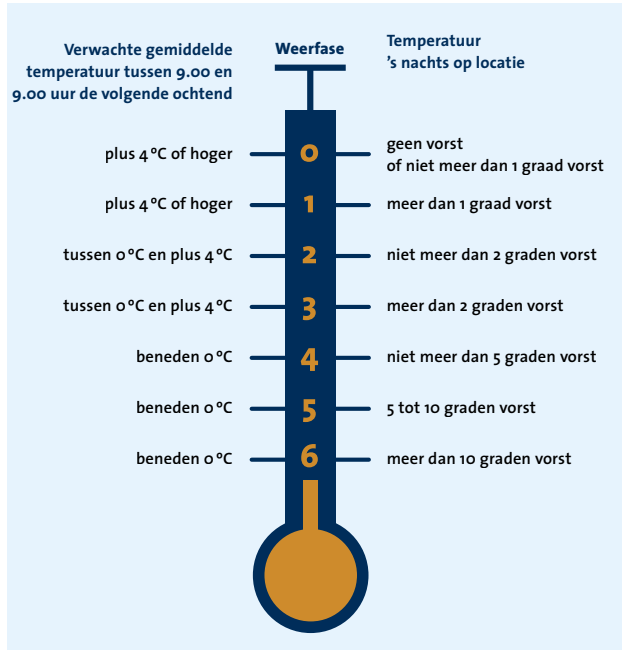
Temperatuurinvloeden in de winterperiode vragen om specifieke maatregelen. In de *NEN 6722 Voorschriften voor Beton Uitvoering (VBU)* zijn zeven weerfasen vastgelegd. Hieronder is omschreven welke aanvullende maatregelen per weerfase noodzakelijk zijn.



Poster **Beton in de zomer**
Vraag aan bij uw **VOBN-centrale**
of het **Gietbouwcentrum**



Poster **Beton in de winter**
Vraag aan bij uw **VOBN-centrale**
of het **Gietbouwcentrum**



► De maatregelen per weerfase (NEN 6722, tabel 5)

Weerfase 0 en 1	Geen maatregelen voorgeschreven.
Weerfase 2	Verse betonoppervlakken moeten doelmatig worden afgedekt en geïsoleerd totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm ² is bereikt. Waait er een sterke wind, dan moet weerfase 3 als maatstaf worden genomen.
Weerfase 3	Verse betonoppervlakken moeten ook weer doelmatig worden afgedekt en geïsoleerd maar nu in combinatie met één van de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"> • toepassing van verwarmde betonmortel; • toepassing van cement met een hogere aanvangssterkte; • verlaging van de watercementfactor. Het afdek- en isolatiemateriaal moet op zijn plaats blijven totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm ² is bereikt. Een andere mogelijkheid is het toevoeren van warmte in de ruimten tussen betonoppervlak respectievelijk bekisting en de afdekking of bescherming, zoals omschreven in de VBU (NEN 13670).
Weerfase 4	Tijdens het storten dient de betonmortel een temperatuur van ten minste 10 °C te hebben. Met de maatregelen die zijn benoemd bij weerfase 3, moet men ervoor zorgen dat de temperatuur van het betonoppervlak niet daalt onder de 4 °C totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm ² is bereikt.
Weerfase 5	Minimaal moet men de maatregelen onder weerfase 4 volgen. Om de temperatuur op tenminste 4 °C te houden, zal waarschijnlijk warmte-toevoeging noodzakelijk zijn. Gebruik hiervoor stoom, hete lucht of infraroodstralers.
Weerfase 6	Betonmortel mag niet meer worden verwerkt tenzij de productie, het storten, de verwerking en de nabehandeling plaatsvinden binnen omhulde ruimten waar een temperatuur wordt gehandhaafd van tenminste 8 °C tot een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm ² is bereikt.

► De maatregelen bij hoge temperaturen (Omgevingstemperaturen boven 25 °C)

Oorzaak en mogelijk gevolg	Maatregelen
• Verwerkbaarheid van betonmortel neemt sneller af	• Zo nodig vertrager toevoegen aan de betonmortel
• Verminderde toename van druksterkte	• Controle op druksterkteontwikkeling
• (Onnodig) waterverlies door verdamping, met name door schrale wind en/of directe zonnestraling	• Extra aandacht voor vochtig houden en nabehandelen
• Versneld opstijfgedrag	• Tijdig beginnen met afwerken
• Te hoge betonmorteltemperatuur	• Koeling van de betonmortel (vooraf) of verwarming van de gestorte betonconstructie
• Temperatuurschok door het nabehandelen met 'koud' water: (extra) risico op scheurvorming	• Nabehandelen met water van gelijke omgevingstemperatuur

VOBN

Veilig werken met betonspecie

Elk betonnen, verwerkt en vervoerd met betonspecie en betonmateriaal moet beschermend, dicht en veilig afgedekt zijn in de vorm. Dit bij VOBN aangesloten betonmateriaalcentrales kennen de veiligheidsregels voor het vervoer van betonspecie in grote en kleine containers. Hierover staat in het hier aanvaard document meer informatie te vinden met betrekking tot:

Standaard veiligheidsregels
 Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal.

Eigenaar verplichtingen
 Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal.

Beveiliging van de vrachtwagen
 Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal.

Beveiliging van de werker
 Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal.

Veiligheidsmaatregelen
 Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal. Het vervoer van betonspecie moet worden beschermd tegen schade aan het materiaal.

VOBN

VEILIGHEID EN GEZONDHEID

Veiligheid bij de levering van betonmortel op de bouwplaats
 Bij de levering van beton zijn altijd meerdere partijen betrokken. Dit geldt ook voor de aandacht voor samenwerking en veiligheid. Betonmortelleveranciers leveren op dit gebied ook hun aandeel. Deze informatie kan worden ingepast in het V&G-plan.

Bij het storten, verwerken en nabehandelen van betonspecie als basismateriaal voor bouwconstructies, dient u een aantal veiligheidsregels in acht te nemen. De bij VOBN aangesloten betonmortelcentrales kennen de veiligheidsregels voor het werken met betonspecie en helpen u graag verder met goede adviezen. In het informatieblad *Veilig werken met betonspecie* staat in het kort vermeld waarop u moet letten.

Bouwplaatsvoorzieningen

Bouwplaats:

Ligt er een bruikbare weg naar de bouwplaats reken voor truckmixers op een aslast tot 11,5 ton.

Losplaats:

Indien nodig rijplaten leggen; bij het lossen moet de truckmixer redelijk valk staan. Zorg dat een geloste truckmixer weg kan zonder de eventuele volgende te hinderen.

Werkzaamheden bij harde wind

Tijdens de ruwbouw kan wind een storende factor zijn voor het bouwproces. Met name het lossen, verplaatsen en stellen van bekisting kan risico's opleveren. De storende werking van de wind is afhankelijk van omgeving, de hoogte, of verdieping waar de hijswerkzaamheden plaatsvinden. Aanwijzingen over veilig werken bij wind en onweer zijn o.a. te vinden in de uitgave van Arbouw: *Werken met torenkranen en mobielekranen*, hoofdstuk 4.7, zie www.arbouw.nl.

Veiligheidsposters VOBN

VOBN-leden voeren de veiligheidscampagne *Ferry Slim*. Diverse posters zijn beschikbaar. Meer informatie bij een VOBN-centrale.



BETONBEKISTING EN VEILIGHEID

Montage en demontage

Een actueel plan voor montage en demontage voor de bekisting-constructie dient op de bouwplaats aanwezig te zijn.

Voor de montage wordt uitgegaan van collectieve valbeveiligingsmaatregelen. Waar deze overtuigend niet toepasbaar zijn komt persoonlijke valbeveiliging in aanmerking.

► *Aandachtspunten*

- Montage boven een aaneengesloten vloer
- Montage van vloerranden tussen aaneengesloten leuning en steigers
- Grote vloeropeningen volledig/dichtleggen tijdens de montage
- Randelementen en -steigers die tot de bekisting behoren als monolietconstructie, met voor gemonteerde leuning, inhijzen en aanbrengen
- Waar noodzakelijk op max. -/ - 3 m¹ een steiger of vangconstructie aanbrengen
- Een aangewezen persoon houdt toezicht op veilige en deugdelijke montage

Uitvoering en gebruik

Voor belangrijke bekistingsconstructies dient, als invulling van het V&G-plan, een bekistingplan op de bouwplaats beschikbaar te zijn.

► *Aandachtspunten*

- Eerste keuring voor ingebruikname
- Controle gebruiksfase: sterkte en stabiliteit
- Ladders in toegangsroutes
- Vloeropeningen beveiligen met leuning en hekwerken
- Legfront beveiliging bij het plaatsen van breedplaatvloeren

Volwandbekisting

- Stortsteigers
- Stabiliteit
- Tuien en schoren
- Montage tussen ononderbroken leuning en
- Eindwandsteigers

Tunnelbekisting

- Uitvoering en borging van werk- en omloopsteigers
- Routing van werk- en omloopsteigers
- Uithijzen van tunnelbekisting

Zie ook de *Inspectiemodules Betonbekisting* van de Arbeidsinspectie:
www.vsb-online.nl



Hijzen van bekistingsmateriaal en volwandbekisting

De hijsinstructies van de bekistingsleverancier dienen te worden opgevolgd. Voor het hijsen van materialen dienen deugdelijke en gekeurde hijsbanden, kettingen e.d. te worden gebruikt.

Voor het hijsen van (samengestelde) wandbekisting breder dan 10 m dient altijd een evenaar met minimaal 4 hijsshaken te worden gebruikt. De gebruiksvorschriften en de maximale hijslast worden opgegeven door de leverancier/verhuurder.

Zie ook Arbo-Informatie AL-17 *Hijs- en hefgereedschap en veilig hijsen*.

WINDBELASTING OP BEKISTING

De geschoorde bekistingelementen moeten bestand zijn tegen stuwdruk van (harde) wind tijdens het gebruik op de bouwplaats. In de norm NEN 6702 Windbelasting zijn windgebieden drie windgebieden aangewezen ten aanzien van het hanteren van stuwdruk. Met de informatie van de bekistingsleverancier, gekoppeld aan de bekistingshoogte, kunnen de krachten op de voetplaat en de maximale tussen afstand van de stabilisatoren worden bepaald.



Windbelasting (NEN 6702)

Bepaling van de windbelasting

Verdeling van Nederland in drie gebieden ten aanzien van de te hanteren stuwdruk.

Grens tussen 1 en 2 in Noord-Holland: gemeenten Heemskerk, Uitgeest, Wormerland, Purmerend en Edam-Volendam

3 Gebieden t.a.v. stuwdruk						
h	p_{wN/m^2}					
m	gebied 1		gebied 2		gebied 3	
	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd
≤ 2	0,64	0,64	0,54	0,54	0,46	0,46
3	0,70	0,64	0,54	0,54	0,46	0,46
4	0,78	0,64	0,62	0,54	0,49	0,46
5	0,84	0,64	0,68	0,54	0,55	0,46
6	0,90	0,64	0,73	0,54	0,59	0,46

Windbelasting gebied 1

Windgebied 1, onbebouwd, hoogte $\leq 5,3m^1$

Stuwdruk $p_w = 0,86 \text{ kN/m}^2$

Windvormfactor (druk+zuiging)=

$$0,8 + 0,4 = 1,2$$

Veiligheidsklasse 1

Windbelasting gebied 2 (en 3)

Windgebied 2 (en 3), onbebouwd, hoogte $\leq 5,3m^1$

Stuwdruk $p_w = 0,70 \text{ kN/m}^2$

Windvormfactor (druk+zuiging)=

$$0,8 + 0,4 = 1,2$$

Veiligheidsklasse 1

Voor het omgaan met bekisting en het storten, afwerken en nabehandelen van betonmortel, zijn er trainingen en thema-bijeenkomsten voor bouwplaatsmedewerkers. Dit kan variëren van een ééndaagse opfriscursus tot het opleiden van gietbouwploegen. In veel gevallen is hierop de regeling van CAO-art. 61a (Scholingsfonds) van toepassing.

Contactadressen

Betonvereniging	BOB B.V.
Postbus 411	Postbus 715
2800 AA Gouda	2700 AS Zoetermeer
T 0182 53 92 33	T 079 32 52 450
W www.betonvereniging.nl	W www.bob.nl

Civilion	SSPB IJmond Kennemerland
Postbus 44	Postbus 543
5730 AA Mierlo	1940 AM Beverwijk
T 0492 66 64 00	T 0251 23 38 91
W www.spbn.nl (vooral gericht op de GWW-sector)	W www.sspb.nl (vooral gericht op de B&U-sector)

► Het Gietbouwcentrum werkt samen met de brancheorganisaties:

Bekisting, ondersteuningsconstructies en steigers	VSB	www.vsb-online.nl
Breedplaatvloeren	STIPB	www.breedplaatinfo.nl
Betonmortel	VOBN	www.gietbouwcentrum.nl
Cement	Cement&BetonCentrum	www.cementenbeton.nl
Installatietechniek	Uneto-VNI	www.uneto-vni.nl
Wapening	WVN	www.wapned.nl



www.gietbouwcentrum.nl

Op www.gietbouwcentrum.nl staat een overzicht van vele bij gietbouw betrokken partijen. De indeling is gemaakt op basis van hoofdcategorieën en producten. De daarbij behorende organisaties kunt u selecteren op postcode, provincie of woonplaats.

Vragen?

Telefonisch

Gietbouwcentrum

T 0318 55 74 74

Schriftelijk

Gietbouwcentrum

Postbus 383

3900 AJ Veenendaal

E info@gietbouwcentrum.nl

Informatie

W www.gietbouwcentrum.nl

Betonmortelcentrales

(gecertificeerd en lid van VOBN)

W www.vobn.nl



► Alles over bouwen met betonmortel op één adres

1 GietbouwNieuws

Informatie over nieuwe ontwikkelingen en innovaties in de woningbouw vindt u in de gratis kwartaaluitgave GietbouwNieuws. Voor een abonnement ga naar www.gietbouwcentrum.nl of bel of mail ons even.



2 Internetsite

Alle relevante informatie en kennis over gietbouw en betonmortel is overzichtelijk beschikbaar op onze website www.gietbouwcentrum.nl.



3 Brochures en folders

Kennis over actuele onderwerpen in de bouwsector in relatie tot gietbouw is beschikbaar in brochures en foldermateriaal. Voor een overzicht of voor het bestellen van onze uitgaven: www.gietbouwcentrum.nl



6 Themabijeenkomsten

Met themabijeenkomsten dragen wij praktische kennis over aan u of uw collega's. Voor een overzicht van de bijeenkomsten verwijzen wij naar: www.gietbouwcentrum.nl.

