

GIETBOUW
CENTRUM

Bekistingen woningcasco's

Gietbouw in de woningbouw



Als het draait om een goede bekistingskeuze

Gietbouw voor woningcasco's

Bekistingen woningcasco's

De woningnieuwbouw in Nederland is voortdurend in beweging. In het ontwerp is er vooral aandacht voor flexibiliteit, comfort en milieu. In de uitvoering is er veel aandacht voor arbeidsomstandigheden, veiligheid en innovaties in materieel en materiaal. Met gietbouw kan goed op deze ontwikkelingen worden geanticipeerd.

Gietbouw is een industriële, kwalitatief hoogwaardige bouwmethode waarmee snel en flexibel kan worden gebouwd. Zekerheid van de planning is een van de belangrijke kenmerken. Ook voor binnenstedelijke toepassingen is gietbouw bij uitstek geschikt.

Met gietbouw kunnen koperswensen nog ver in het proces worden gerealiseerd. Keuzes ten aanzien van wanden, deuren, ramen en trapgatsparingen zijn tot in een laat stadium mogelijk. Ook voor installaties biedt gietbouw belangrijke voordelen. Gietbouw biedt alle ruimte voor de diverse installaties en maakt een optimaal leidingverloop mogelijk.

In wanden en vloeren zijn eenvoudig extra (loze) leidingen op te nemen voor diverse voorzieningen.

Gietbouw past verder uitstekend in het concept van comfortabel en milieuverantwoord wonen. Zo zijn de geluidseisen eenvoudig haalbaar. Ook is het mogelijk om grind te vervangen door betongranulaat en energie te besparen door betonkern-activering toe te passen en zo het accumulerende vermogen van beton te benutten bij de klimaatbeheersing in de woning. Tot slot bieden ontwikkelingen als het gebruik van zelfverdichtend beton en koude gietbouw nieuwe perspectieven voor gietbouw.



Inhoud

Gietbouw voor woningcasco's	2
Factoren die de keuze van soort en type bekisting bepalen	4
Bekistingswijzer	4-5
Specificatie wandbekisting	4-5
Wanden	6
Verdiepingsvloeren	10
Wanden + vloeren	11
Overige bouwdelen	13
Werkvoorbereiding en uitvoering	14
Checklist Voorbereiding bekisting	15



Onderdelen

In de woningbouw onderscheiden we drie bouwfases, namelijk fundering, casco en afbouw. In de eerste twee fasen is gietbouw inzetbaar voor:

- fundering: palen en funderingsbalken;
- beganegrondvloeren;
- wanden;
- verdiepingvloeren en dakvloeren;
- kolommen en overige bouwdelen.

Deze brochure richt zich op de bouw van het woningcasco en op de toepassing van bekisting, zowel in voorbereiding als in uitvoering.

In de brochure 'Fundaties voor woningcasco's' wordt ingegaan op de inzet van gietbouw bij funderingen en beganegrondvloeren.

Casco

Het woningcasco begint boven de beganegrondvloer. In gietbouwcasco's onderscheiden we twee bouwsystemen:

- wanden en vloeren in twee procesgangen: wanden-breedplaat;
- wanden en vloeren in één procesgang: tunnelgietbouw.

Vanuit het oogpunt van bekisting worden deze twee systemen in vier onderdelen behandeld:

- wanden;
- vloeren;
- wanden + vloeren;
- overige bouwdelen.

► Waarom gietbouw?

► Flexibel

In gietbouw zijn bijzonder veel variaties mogelijk: ronde vormen, overstekken, gevelsprongen, wisselende beukbreedtes, split-levels, vides, grote overspanningen en variërende verdiepingshoogtes. De indelingsvrijheid is groot doordat meestal geen stabiliteitswanden nodig zijn. Sparingen zijn op bijna elke gewenste positie aan te brengen. Kopers kunnen ook nog tot laat in het proces keuzes maken ten aanzien van wanden, deuren, ramen en trapgat-sparingen. Verder biedt gietbouw alle ruimte voor de diverse installaties en maakt het systeem een optimaal leidingverloop mogelijk. In wanden en vloeren zijn eenvoudig extra (loze) leidingen op te nemen voor diverse voorzieningen.

► Goede geluidwering

Met behulp van gietbouw zijn woningen te bouwen met een prima geluidwering. In de Gietbouwcentrum-uitgave 'Gietbouwdetails geluidwering' is aangegeven hoe aan de eisen van geluidwering kan worden voldaan. Ook op de website www.gietbouwcentrum.nl is veel achtergrondinformatie te vinden over betontoepassingen.

► Snel en betrouwbaar

Met gietbouw is een dagcyclus haalbaar. Dit kan in zowel koude (onverwarmde) als warme (verwarmde) gietbouw. Met gietbouw is dan ook een korte (ruw)bouwtijd haalbaar.

► Geschikte bouwmethode voor binnensteden

Binnensteden zijn vaak moeilijk bereikbaar en op of buiten de bouwplaats is er weinig ruimte voor opslag. Gietbouw is heel geschikt voor bouwen in de binnenstad door de beperking van transportbewegingen en minimale opslag. Bekisting wordt éénmalig aan- en afgevoerd en blijft verder binnen de bebouwde ruimte. Voor de aanvoer van betonmortel is vrijwel altijd ruimte binnen de bouwplaats, waarna de mortel kan worden gekubeld of verpompt.

► Milieuverantwoord

Gietbouw past uitstekend in het concept van comfortabel en milieuverantwoord wonen. Zo zijn de geluidseisen eenvoudig haalbaar. Ook is het mogelijk om grind te vervangen door betongranulaat en energie te besparen door betonkernactivering toe te passen. Zie ook de Gietbouwcentrum-uitgave 'Comfortabel en milieuverantwoord wonen'.

Specificatie wandbekisting

Factoren die de keuze van soort en type bekisting bepalen	
Bouwsysteem/bouwmethode	Gietbouw wanden-breedplaat Tunnelgietbouw Hybride bouwsystemen (gietbouw/stapelbouw, gietbouw/houtskeletbouw, enzovoort)
Bouwdeel	Vloeren Wanden Kolommen
Oppervlaktebeoordeling	Niet in het zicht (bijvoorbeeld spouwzijde) Volledig afgewerkt (bijvoorbeeld stucwerk) Met minimale afwerking (behangklaar) In het zicht (schoonbeton)
Constructieve eisen	Maximale speciedruk (hydrostatische druk) Ontkistingssterkte
Arbeid	Factor arbeid per m ² bekisting Kennis van en ervaring met soorten bekisting
Materieel	Ruimte op de bouwplaats Toegankelijkheid voor (zwaar) materieel

Type bekisting	Oppervlakte materiaal
Traditioneel	Hout op houten regels. Gordingen, profielstalen balken of aluminium gordingen
Grootwand wandbekisting	Hout of kunststof op houten of aluminium regels, gesteund door stalen, houten of aluminium gordingen
Stalen wandbekisting	Stalen huidplaat met stalen liggers en spanten
Grootpaneelbekisting eventueel gekoppeld tot een volledige wandbekisting	Hout of kunststof in stalen of aluminium frame gesteund door stalen of aluminium gordingen
Kleinpaneelbekisting	Hout of kunststof in stalen of aluminium frame
Holle wanden	Beton
EPS holle blokken	EPS

1) Factor arbeid: ■ = laag, ■■■■■■ = erg hoog

2) Uitgaande van gangbare inzet

3) Beoordeling betonoppervlak volgens NEN6722 (VBU 2002)

Bekistingswijzer

Toepassingsmogelijkheden in bekisting

		Wanden	Wanden					Wanden + vloeren	Verdiepingsvloeren		Kolommen		
Aantal wooneenheden op een locatie		Traditioneel	Grootwand wand-bekisting	Stalen wand-bekisting	Paneel-bekisting	Holle wanden	EPS holle blokken	Tunnel-bekisting	Breedplaat-vloer	Vloer-bekisting	Karton (+ EPS)	Paneel	
Vrijstaand huis	1/6	■			■	■	■		■		■	■	
	6/10		■	■	■	■			■		■	■	
	10/20		■	■	■				■				
Twee onder één kap	2/6	■			■	■	■		■		■	■	
	6/10		■	■	■	■			■		■	■	
	10/20		■	■	■				■				
	20/40		■	■	■			■	■				
Geschakelde woningen	4/20	■	■*	■	■*	■			■		■	■	
	20/40		■*	■	■*			■	■			■	
	40/100		■*	■	■*			■	■	■			
	> 100			■				■	■	■			
Woonblok laagbouw	4/20	■	■*	■	■*	■			■		■	■	
	20/40		■*	■	■*			■	■			■	
	40/100		■*	■	■*			■	■	■			
	> 100			■				■	■	■			
Appartementen (middel) hoogbouw	20/40	■	■*	■	■*	■		■	■		■	■	
	40/100		■*	■	■*			■	■	■			
	> 100			■				■	■	■			

Moeilijkheids- graad	Factor arbeid ¹⁾ manuren/m ²	Benodigd materieel	Transport/ Opslag ²⁾	Opmerkingen bekisting	Toepassing/ Klasse ³⁾
Complex	■ ■ ■ ■ ■	Licht/zwaar	Groot transportvolume/ Geringe voorraad pasmateriaal	Centerpennen op regelmatige afstanden, 0,8 m ² per centering	Inzet op kleine aantallen/ Klasse B
Eenvoudig	■ ■	Zwaar	Beperkt transportvolume/ Geen opslag	1,5 m ² per centering	Meerdere tot grote inzet/ Klasse B
Eenvoudig	■	Zwaar	Bij vaste spanten groot transport- volume, bij losse of scharnierende spanten beperkt volume/ Geen opslag	Centering op 100 mm vanaf de onderzijde. Aan de bovenzijde zo mogelijk boven de te storten wand	Meerdere tot grote inzet/ Klasse B
Tamelijk eenvoudig	■ ■	Zwaar	Bij vaste spanten groot transport- volume, bij losse of scharnierende spanten beperkt volume/ Geen opslag	Bij toepassing van vakwerk: als hierboven. Anders 1,0 tot 1,5 m ² per centering	Kleine tot grote inzet/ Klasse A
Redelijk complex	■ ■ ■ ■	Licht	Tamelijk groot volume/ Beperkte opslag voor pasmateriaal	0,5 tot 0,7 m ² per centering	Beperkte inzet/ Klasse A
Complex in voorbereiding Tamelijk eenvoudig bij uitvoering	■	Zwaar	Tamelijk groot en zwaar transportvolume/ Beperkte opslag, plaatsing zo mogelijk bij aanvoer	Geen centerpengaten	Beperkte inzet/ Klasse B
Complex	■ ■ ■ ■ ■	Licht	Groot transport- en opslagvolume	EPS is blijvende bekisting, wandafwerking noodzakelijk	Eén of enkele woningen/ Klasse C

Kolommen				Vorm- delen	Aantal wooneenheden op een locatie	
Standaard staal	Polyester	Project bekisting	EPS			
■	■		■	1/6	Vrijstaand huis	
■	■			6/10		
■		■		10/20		
■	■		■	2/6	Twee onder één kap	
■	■			6/10		
■				10/20		
■		■		20/40		
■	■		■	4/20	Geschakelde woningen	
■	■			20/40		
■		■		40/100		
		■		> 100		
■	■		■	4/20	Woonblok laagbouw	
■	■			20/40		
■		■		40/100		
		■		> 100		
■	■			20/40	Appartementen (middel)	
■		■		40/100		
		■		> 100		hoogbouw



* Na inzet van 80 à 100 stortingen is houten plaatmateriaal meestal aan vervanging toe. (Door spijker- of schroefgaten voor het bevestigen van in te storten delen dringt vocht in de plaat. Hierdoor ontstaan kleine zwellingen.) Het vervangen van dit plaatmateriaal gebeurt bij de materieeldienst of de leverancier. Bij toepassing van kunststof plaatmateriaal is een grotere inzet haalbaar en is reparatie op de bouwplaats mogelijk.

Wanden

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 gebruikt. Deze bestaan uit een raamwerk van staal of aluminium dat is voorzien van plaatmateriaal van hout of kunststof.

De meest voorkomende wandtypen zijn:

- 1 massieve bouwmuren;
- 2 spouwmuren;
- 3 eindwanden / kopwanden;
- 4 toppen;
- 5 dwarswanden.

Sterke punten van gietbouwwanden

- ▶ vaste dagproductie;
- ▶ beperkte opslag van materiaal;
- ▶ beperkte aanvoer van bouw materiaal en materieel;
- ▶ leidingen, afvoeren en dergelijke, direct ingestort (geen freeswerk).

1 Bouwmuren

Een wandbekisting kan zijn uitgevoerd zijn als:

- A *Traditionele wandbekisting;*
- B *Grootwand wandbekisting;*
- C *Stalen wandbekisting;*
- D *Groot paneelbekisting;*
- E *Holle wand;*
- F *Wandblokken.*

A Traditionele wandbekisting

In de woningbouw wordt voor enkelvoudige, specifieke oplossingen nog gebruikgemaakt van traditioneel opgebouwde bekisting. Deze bekisting bestaat voornamelijk uit houten bekistingsplaat, gesteund door houten staanders en gordingen. Deze oplossing vraagt relatief veel centerpenen.

B Grootwand wandbekisting

Voor het storten van een bouwmuur wordt deze bekisting samengesteld uit gordingen, regels en plaatmateriaal. De wanden zijn tijdens plaatsing instabiel. Ten behoeve van het plaatsen en stellen is aan één van de twee bekistingswanden een aantal schoren aangebracht. Voor de koppeling van de bekisting en het opvangen van de betondruk worden centerpenen gebruikt. Hiervoor zijn meerdere centerpenen per wand noodzakelijk. Aan de bovenzijde zit een demontabele valbeveiliging (stortbordes).



A Traditionele wandbekisting



B Grootwand wandbekisting



C Stalen wandbekisting



D Grootpaneelbekisting



C *Stalen wandbekisting*

Deze wandbekisting bestaat uit een stalen frame en stalen bekistingsplaat. Elke wandkist heeft vaste spanten en is voorzien van hoogte-spindels of vijzels. Hiermee is de bekisting te lood en op hoogte te stellen. Voor de opname van de speciedruk zijn centerpenen nodig. Aan de onderzijde zitten deze veelal ter hoogte van de plint, zodat de gaten na de afwerking van de woning niet meer zijn te zien. Aan de bovenzijde zijn de wanden te koppelen boven het stortvlak van de betonwand. De bekisting is stabiel tijdens plaatsing en heeft een vaste valbeveiliging (stortbordes).

D *Grootpaneelbekisting*

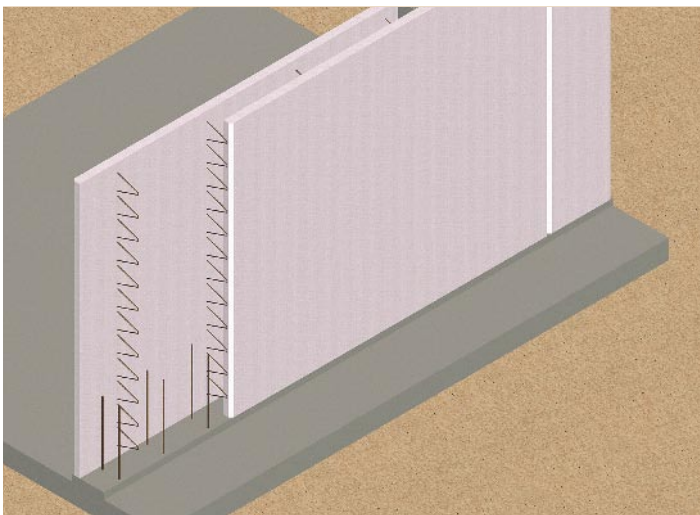
Een wandbekisting die wordt samengesteld uit (groot)panelen is vergelijkbaar met een grootwand. Het verschil zit voornamelijk in de aftekening van de paneelnaden en de koppelingsconstructie. De wandbekisting is er ook in varianten met vaste schoren of wegklapbare spanten. De panelen zijn verder koppelbaar in zowel de lengte als de hoogte, zodat afwijkende wandhoogten (bijvoorbeeld anderhalve verdieping) tamelijk eenvoudig zijn te bekisten.

E *Holle wanden*

Een bijzondere vorm van wandbekisting is het prefab betonnen holle wandstelsel. Hierbij zijn twee prefab betonnen schillen door middel van tralieliggers verbonden en vormen zo een geïntegreerde bekisting. De ruimte tussen de twee schillen wordt gevuld met in het werk gestort beton. Bij woningbouw wordt dit systeem voornamelijk toegepast in kelders.

F *Holle wandblokken*

Holle bloksystemen vormen een onderdeel van een bouwconcept dat voorkomt bij vrijstaande of twee-onder-één-kap woningen en wordt met name toegepast bij kleine series. De schaaldelen bestaan uit EPS of een steenachtig materiaal die, eventueel voorzien van wapening, worden gevuld met betonspecie. De schaalblokken zijn dus te beschouwen als verloren bekisting.



E *Holle wanden*



F *EPS Holle wandblokken*

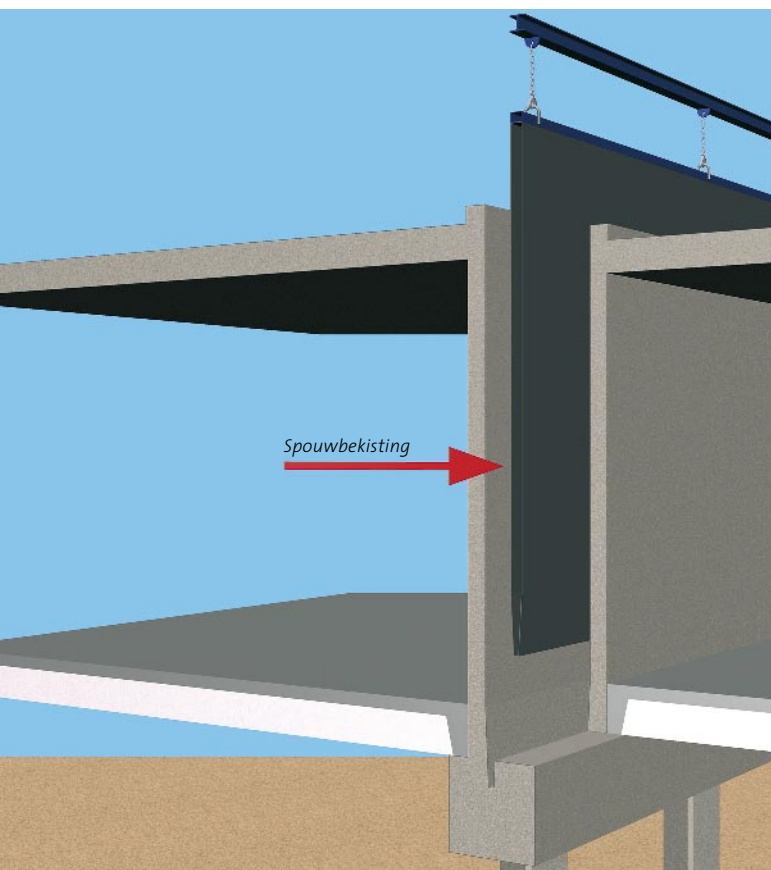
Sparingen, leidingen en andere voorzieningen

Op een stalen wandbekisting worden, zeker bij een hoge repetitie, de voorzieningen en sparingen gemarkeerd. Zo is de plaats van in te storten leidingen, centraaldozen, raam- en deursparingen en dergelijke herkenbaar en ligt deze ook vast voor herhaalde inzet. De markering ('programmering' genoemd) vindt meestal plaats door het boren van gaatjes. Hierin worden dan de installatiebevestigingen met behulp van breekpennen aangebracht. Op stalen wandbekisting maakt men ook wel gebruik van magneten om van plaats variërende sparingen en dergelijke te plaatsen. Het aantal boringen in de wandkist blijft dan beperkt.

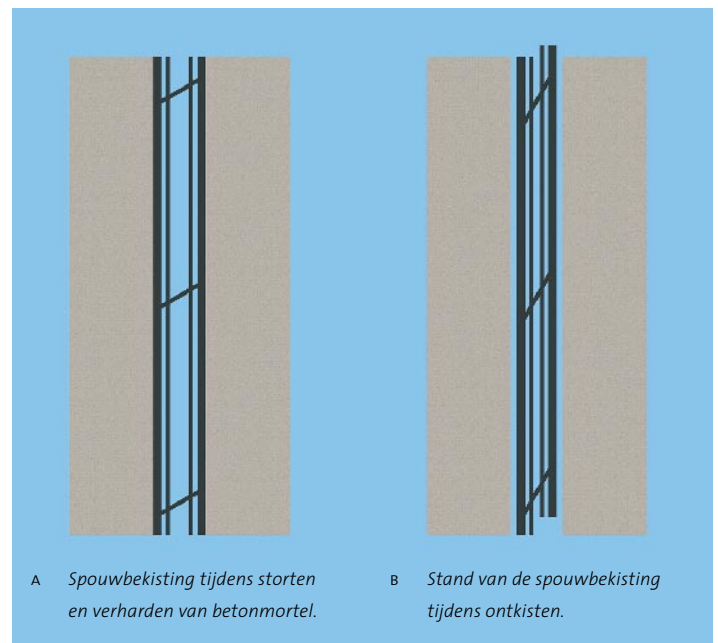


2 Spouwmuren

In combinatie met zowel het bouwsysteem wanden-breedplaat als tunnelgietbouw, is het mogelijk om een gespouwde wand te storten. Hiervoor wordt een stalen spouwbekisting gebruikt. Voor dit wandtype is het vooraf storten van een kim met behulp van een kimbekisting noodzakelijk.



Na verharding van de spouwwand kan de binnenbekisting worden versmald en gelost, zodat deze uit de spouw is te trekken.



3 Eindwanden / Kopwanden

Eindwanden zijn de kopwanden van een woonblok. Een eindwand is altijd massief en kent alleen aan de woonzijde leidingvoorzieningen. In een eindwand kunnen wel extra raamsparingen of verspringingen van blokken voorkomen. Voor eindwanden zijn alle eerder genoemde soorten bekistingen toepasbaar.

4 Toppen

Voor in het werk gestorte toppen worden alle eerder genoemde soorten bekistingen toegepast. Met behulp van kopschotten programmeert men de symmetrische of asymmetrische kapvorm. Toppen kunnen ook in prefab beton worden uitgevoerd.

5 Dwarswanden

Dwarswanden staan haaks op de bouwmuur en afhankelijk van hun constructieve functie zullen ze in meer of mindere mate aan de langswanden zijn gekoppeld. Bij grote series kiest men voor een wandbekisting, bij incidentele gevallen voor paneelbekisting. In specifieke gevallen, bijvoorbeeld bij tunnelgietsbouw, is de dwarswand mee te storten. In andere situaties kan een lichte paneelbekisting worden gebruikt. De wand wordt dan achteraf door een sleuf in de bovenliggende vloer gestort. Ook zijn prefab stabiliteitswanden toe te passen.



• Kimbekisting (kimankers)

Eén van de voordelen van gietsbouw is een maatvast casco. Hiervoor moet de bekisting in de juiste positie worden gesteld. Bij het storten van de vloer waarop de wand komt, brengt men daarom voorzieningen aan. De hulpmiddelen die worden gebruikt om een aanslag voor wand- en tunnelbekisting te creëren zijn kimankers of gestorte kim. In een enkel geval worden nog kruisstenen toegepast.

Kimankers zijn geschikt voor bekisting die aansluit op de ondervloer. Als bekisting een ruime stelhoogte vanaf de vloer nodig heeft, bijvoorbeeld tunnelbekisting, is het storten van een kim met een kimbekisting meer geschikt.

◀ Kimbekisting. Door de hoogte van de kim te variëren kan tunnelbekisting met een standaardhoogte worden toegepast.

Kimankers. Vanuit een op de vloer aangebrachte maatvoering (zie spatlijn links) wordt de afstandhouder in het kimanker (midden op de foto) zuiver op maat gesteld. ▶



Oppervlaktmateriaal voor bekistingen

Bij een aantal bouwdeelen bepaalt de keuze voor een bekisting tevens de aanwezigheid van naden en de oppervlaktestructuur. Voorbeelden zijn de kartonnen kolombekisting, stalen wandkist of blijvende bekisting. Bij de toepassing van een samengestelde bekisting, traditionele bekisting of een paneelbekisting, moet men tevens een bewuste keuze maken voor de kwaliteit van het oppervlak. De oppervlaktekwaliteit is namelijk afhankelijk van het aantal malen gebruik, de verbinding tussen de panelen en de keuze van het plaatmateriaal. Denk aan kunststof, staal, houten delen of houten plaatmateriaal in vele kwaliteiten en afwerkingen.

De keuze voor een bekistingsysteem en -materiaal is dus mede afhankelijk van de gewenste oppervlaktekwaliteit. Criteria hiervoor zijn vastgelegd in de NEN 6722 (VBU 2002). Voor bouwdeelen in schoonbeton is naast vlak plaatmateriaal ook de toepassing van gefigureerd of geprofileerd bekistingmateriaal mogelijk.

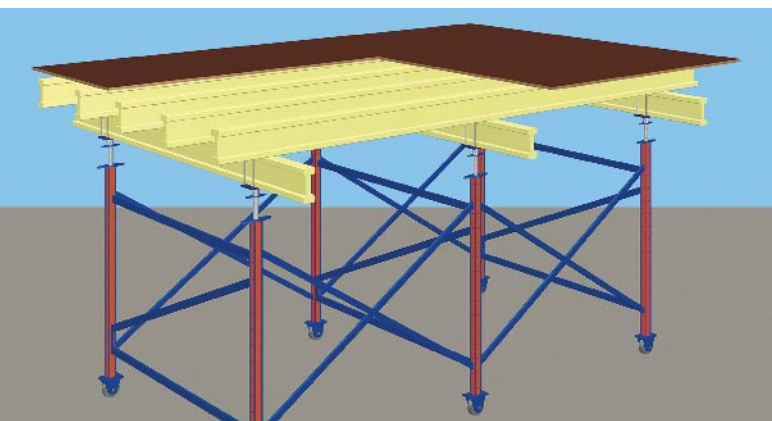
Verdiepingsvloeren

Na het storten en voldoende verhardnen van de wanden worden de vloeren aangebracht. In de woningbouw in Nederland worden vrijwel uitsluitend in het werk gestorte of prefab betonvloeren toegepast. De vloeren waarbij bekisting een rol speelt zijn:

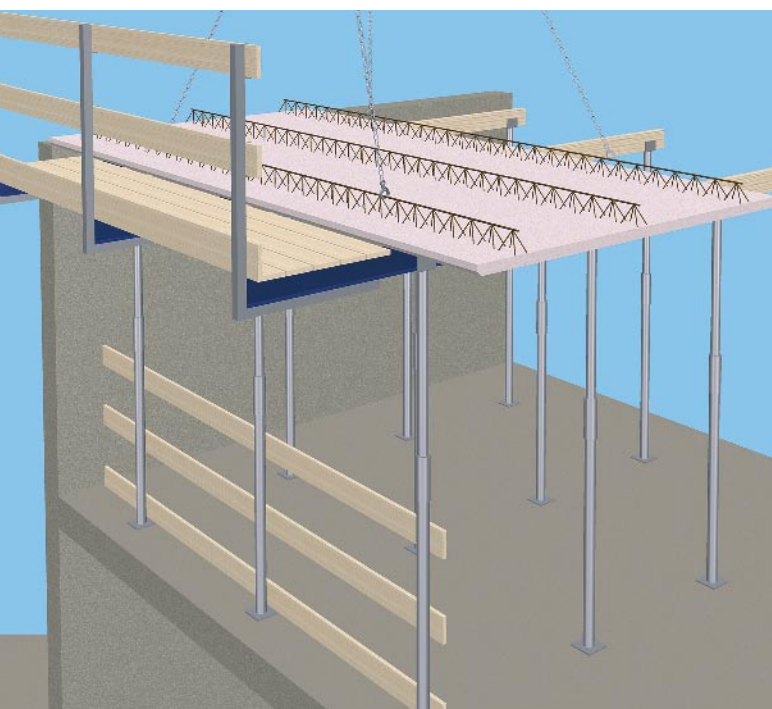
- in het werk gestorte vloer;
- breedplaatvloer (ook wel bekistingsplaatvloer of schilvloer genoemd).

Sterke punten van gietbouwvloeren

- ▶ voldoende ruimte voor leidingen en afvoeren in de constructievloer;
- ▶ momentvast verbindingen in de aansluitingen met wanden;
- ▶ schijfwerking ten behoeve van stabiliteit;
- ▶ volledige keuzevrijheid van de plaats van de trapgatsparing;
- ▶ mogelijkheden voor diverse voorzieningen, zoals een sprinklerinstallatie, vloer/plafondverwarming of koelplafond.



Vloerbekisting



Breedplaatvloer

• Vloerbekisting

Vloeren kunnen in hun volle dikte in het werk worden gestort. Dat kan met behulp van een vloerbekistingssysteem, bijvoorbeeld tafelbekisting. De tafelbekisting is al voorzien van een onderstempeling. Dit type kan daardoor als geheel worden ontlast, verplaatst en gesteld. De inzet van deze bekisting is afhankelijk van een bepaalde repetitie. Daarbij zal ook worden gekeken naar de programmering van leidingen en voorzieningen. Bij toepassing van een stalen tafelbekisting in combinatie met externe verwarming is ontlasting na één dag mogelijk. Bij complexe vormen gebruikt men nog vaak de traditionele vloerbekisting. Deze bestaat uit een onderstempeling, al of niet met valkop, systeemdragers en plaatmateriaal.

• Breedplaatvloer met onderstempeling

Bij het wanden-breedplaat gietbouwsysteem bestaat de vloer uit een relatief dunne prefab betonnen schil (breedplaatvloer) en een in het werk gestorte druklaag. De noodzakelijke ondersteuning wordt gezien als onderdeel van de breedplaatvloer.

Na het storten of plaatsen van de bouwmuren wordt een onderstempeling geplaatst. In de afstemming van vloersysteem en onderstempeling zijn optimalisaties mogelijk. Bijvoorbeeld in de combinatie van ondersteuning, randbekisting en werkvlonder. Na het opstellen van de onderstempeling worden de bekistingsplaatvloerelementen gelegd.

Hierna volgt het aanbrengen van voorzieningen, leidingen, afvoeren, randbekisting en dergelijke. Vervolgens stort men de druklaag. Tijdens de verharding van het gestorte beton blijft alleen de noodzakelijke onderstempeling staan. De tijdelijke ondersteuning wordt deels verwijderd en weer gesteld voor de volgende woningen. De duur van ondersteuning is afhankelijk van de (tijdelijke) belasting en de sterkteontwikkeling van de druklaag. Een belangrijk aandachtspunt is de aansluiting ter plaatse van de bouwmuur. Voldoende onderstempeling bij de bouwmuur is een voorwaarde voor kwaliteit en veiligheid. Door de naad tussen de wand en de vloerelementen af te dichten voorkomt men vervuiling van de wand tijdens het storten. Zie ook het informatieblad 'Optimalisatie van ondersteuningsconstructies en breedplaatvloeren'.

Wanden + vloeren

De bouwmethode waarbij wanden en vloeren in één procesgang worden vervaardigd met tunnelbekisting wordt tunnelgietbouw genoemd. Waar mogelijk zal tunnelgietbouw worden uitgevoerd met complete tunnelbekisting. Dat wil zeggen dat men de wanden en de vloer over de hele diepte van de woning in één keer stelt en stort. In een dagelijkse cyclus worden de wanden en vloer ontkist, wordt de tunnelbekisting

voor de volgende woningen gesteld en daarna volgestort. Dit industriële proces op de bouwplaats wordt elke werkdag herhaald. Een efficiënte samenwerking tussen tunnelploeg, installateurs en wapeningvlechters garandeert een, van te voren afgesproken, vaste productie en een gecontroleerd proces.

Sterke punten van tunnelgietbouw

- ▶ vaste dagproductie;
- ▶ korte bouwtijd;
- ▶ minimale opslag van materiaal;
- ▶ beperkte aanvoer van bouw materiaal en materieel;
- ▶ leidingen, afvoeren en dergelijke, direct ingestort (geen freeswerk);
- ▶ stabiel en maatvast casco;

Moderne bouwmethode

Bij tunnelgietbouw is zonder probleem een dagcyclus haalbaar, doordat er vier maal per week 16 à 17 uur beschikbaar is om de ontkistingssterkte te bereiken. Na de vrijdagstort is er zelfs 48 uur meer beschikbaar. De kunst is het verhardingsproces van beton zodanig te versnellen dat het de vereiste ontkistingssterkte in de beschikbare tijd bereikt. Dat kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van betonmengsels die snel verharden. Dat is het geval bij koude gietbouw, waarvoor een betonsamenstelling wordt toegepast die ook in de winter de dagcyclus op eigen kracht kan halen. Bij de methode van warme gietbouw wordt de temperatuur in de gestorte wanden en vloeren bewust verhoogd om de sterkteontwikkeling te versnellen.

Bij tunnelgietbouw is het van essentieel belang dat op het moment van ontkisten de druksterkte van beton bekend is. De bepaling van die druksterkte gebeurt met de rijpheidsmethode: een zogenoemde rijpheidscomputer meet op meerdere plaatsen het temperatuurverloop van het verhardende beton en berekent daaruit de rijpheid. De druksterkte volgt dan uit de gewogen rijpheid. Voor warme gietbouw gebruikt men een rijpheidscomputer die de warmtetoevoer zodanig bestuurt, dat op moment van ontkisten de juiste sterkte is bereikt.

Hoge kwaliteit

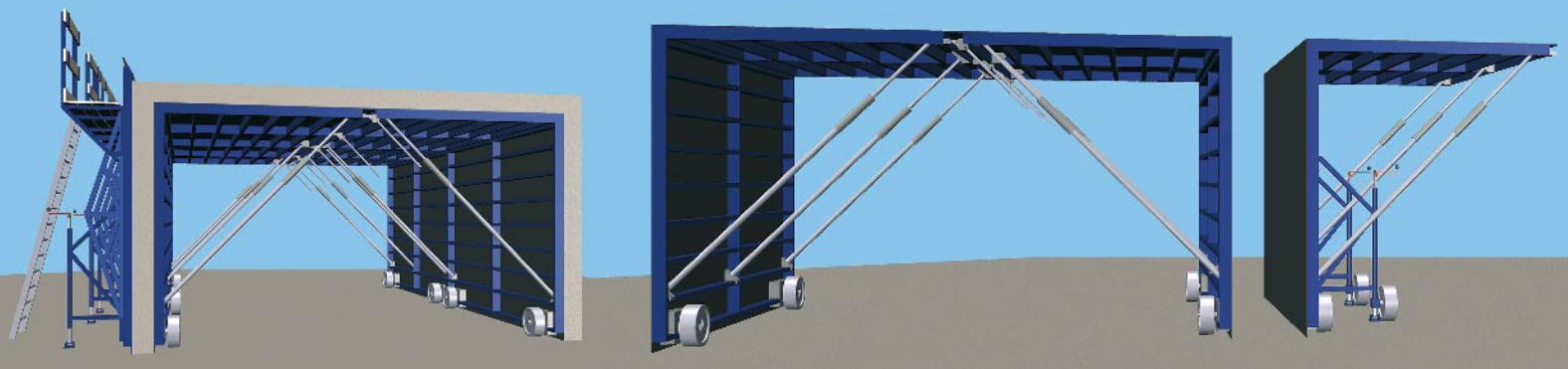
Naast de zekerheid van een vaste productie levert gietbouw een woning-casco van hoge kwaliteit. Maatvastheid en stabiliteit bieden voordelen in de verdere afbouw van de woning. Door de keuze van het type bekisting wordt de vereiste vlakheid bereikt. Bij een juiste detaillering van de aansluitingen en correcte uitvoering voldoet een gietbouwwoning dan ook aan alle eisen. Ook aan de eisen die worden gesteld in het Bouwbesluit 2003, zoals de eisen aan geluidwering. Indien gewenst kan men kiezen voor het aanbrengen van een spouw in de bouwmuren. Ook variatie in woningtypen en verspringende bouwblokken zijn mogelijk.

Inzetmogelijkheden tunnelbekisting

Er zijn drie inzetmogelijkheden voor tunnelbekisting:

- 1 voltunnels (geheel casco);
- 2 halve tunnels;
- 3 voltunnel in delen (tunnelmoten).





Voltunnel

Tunnelmoot

Halve tunnel

1 Voltunnel

Met tunnelbekisting, in vol- of halftunnelsysteem, wordt een aantal beuken van een appartement of laagbouwwooning in één keer gestort. Afhankelijk van de gewenste ruwbouwtijd worden twee, drie of meerdere tunnelkisten gelijktijdig ingezet.

Voorzieningen ten behoeve van in te storten leidingen, sparingen, afvoeren en dergelijke worden vooraf op de bekisting geprogrammeerd (gemarkeerd). Onder normale omstandigheden kan het bouwproces volstaan met de inzet van één mobiele of vaste kraan. Deze zorgt voor de verplaatsing van de bekisting, aanvoer van materiaal en het storten van het beton. Om de aanvoer, programmering en plaatsing van tunnelbekisting rendabel te maken is een project van enige omvang nodig. Hoeveel woningen dit zijn, is afhankelijk van de hoeveelheid programmeerwerk, de transportafstanden en mogelijke vervolgprojecten. In de markt wordt echter al een ondergrens van twaalf woningen genoemd. Om voldoende verharding van beton binnen één dagcyclus te bereiken is veelal gecontroleerde toevoeging van warmte noodzakelijk. Voor woongebouwen met wisselende beukmaten wordt gewerkt met een passtuk in het dek van de tunnelbekisting.

2 Voltunnel in delen

Een deel van de nieuwbouwwoningen en appartementen vertoont een trend naar hoger, breder en dieper. Ook het Bouwbesluit 2003 is hierop van invloed. Met tunnelgietsbouw is dit goed uitvoerbaar. Er is wel een beperking aan het maximale gewicht of de hanteerbaarheid van de complete tunnelbekisting. Het systeem van hele tunnels is echter aan te passen door de inzet van tunnelmoten. Hierbij wordt de tunnelbekisting in de lengterichting gedeeld. Het totaalgewicht van de bekisting wordt dan opgedeeld, zodat de hijsbelasting afneemt. Het aantal hijsbewegingen neemt echter toe.

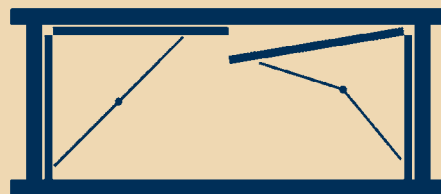
Ook met tunnelbekisting zijn creatieve oplossingen mogelijk.



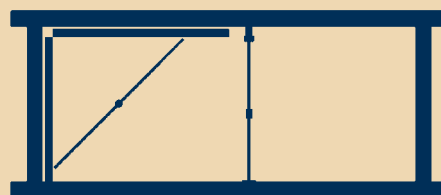
3 Halve tunnel

Waar mogelijk wordt gewerkt met hele tunnels. Bij grote overspanningen (brede woningen of appartementen) kan echter de inzet van halve tunnels noodzakelijk zijn. Halve tunnels geven de mogelijkheid om in twee fasen te ontkisten. Na verwijdering van de eerste tunnelhelft kan men de vloer al voor een deel onderstempelen. Hierdoor wordt een te grote doorbuiging tijdens de verharding van de beton voorkomen. Ook bij diepe woningen, complexe plattegronden of toepassing van dwars- of kopwanden kan worden gekozen voor halve tunnels.

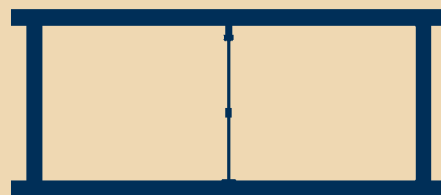
Werkwijze bij tunnelbekisting in woningen met een grote beukbreedte



- 1 Na voldoende verharding van de beton wordt de eerste helft van de tunnelbekisting gelost en uitgereden.



- 2 De onderstempeling wordt geplaatst. De schoor van de tweede tunnelhelft wordt nu gelost.



- 3 De tunnelbekisting is verplaatst naar de volgende woning. De onderstempeling en/of doorstempeling blijft staan tot de door de constructeur berekende betondruksterkte in verband met doorbuiging (stijfheid) is bereikt.

Overige bouwdelen

Naast een veel grotere variatie in woningtypes per project is ook de toepassing van ornamenten, balkons, kolommen en dergelijke aan woningen toegenomen. Veel van deze producten worden als prefab betonelementen vervaardigd. De uitbreiding van productpakketten bij leveranciers van bekistingmateriaal en de hoogwaardige en hoogvloeibare betonsoorten maken nu ook het produceren van deze elementen op de bouwplaats mogelijk, bijvoorbeeld:

- kolommen;
- vormdelen.

Sterke punten van elementen in gietbouw

- integratie in het productieproces (geen afstemmings- en leveringsrisico's);
- direct momentvaste verbindingen (niet aangieten);
- beperking van transport en opslag;
- verlenging van de voorbereidingstijd ten aanzien van instortvoorzieningen.

• Kolommen

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

- A *traditionele bekisting;*
- B *verloren bekisting;*
- C *systeembekisting;*
- D *projectbekisting;*
- E *vormdelen.*

A *Traditionele bekisting*

Voor de bekisting van één of enkele kolommen wordt soms nog gebruikgemaakt van plaatmateriaal en houten regels. De vierkante of rechthoekige vorm wordt opgebouwd uit schotten en kolomkransen.

B *Verloren bekisting*

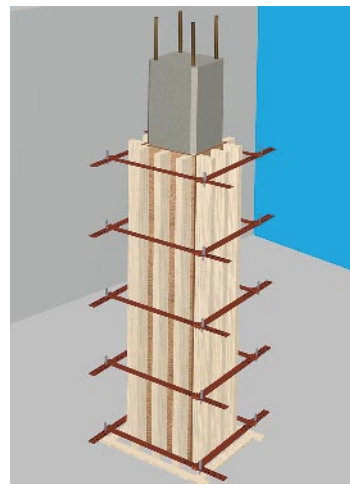
Verloren bekisting voor kolommen bestaat hoofdzakelijk uit een vochtbestendige kartonnen koker, eventueel met een EPS binnen-vorm. De ronde en vierkante kolombekisting is in standaard afmetingen verkrijgbaar. Voor zes- of achthoekige kolommen bestaat er een beperkt standaardassortiment. Overige vormen, eventueel met cannellures en kapitelen, zijn op bestelling leverbaar.

C *Systeembekisting*

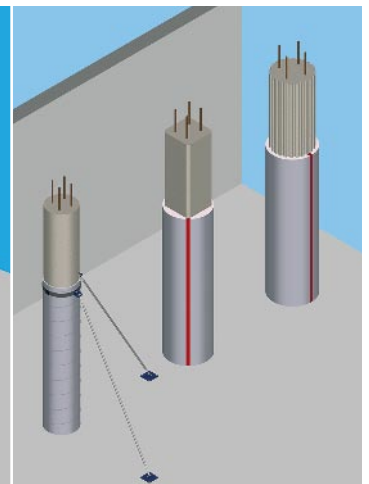
Systeembekisting komt voor in ronde en rechthoekige vormen. Voor ronde kolommen is er polyester kolombekisting of stalen bekisting. Voor rechthoekige kolommen kennen we stalen bekisting op maat. Met panelen kan door middel van het zogenoemde 'molenwijken' (zie tekening) van panelen een rechthoekige kolom van diverse afmetingen worden samengesteld.

D *Projectbekisting*

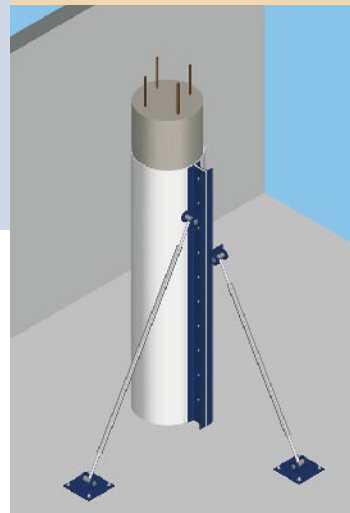
Bij grotere series en een bijzondere vormgeving, bijvoorbeeld taps of met kapitelen, kunnen stalen projectbekistingen worden toegepast.



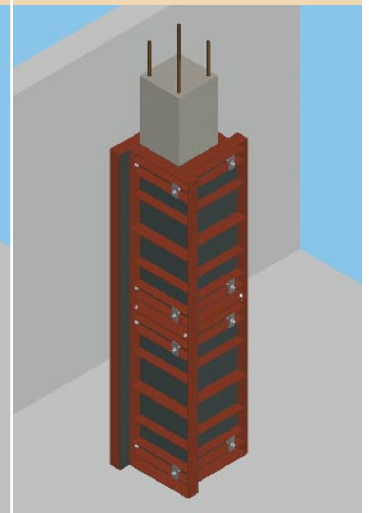
A *Traditionele kolombekisting*



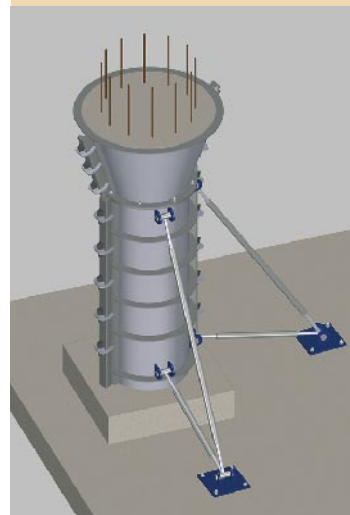
B *Verloren bekisting*



C *Polyester kolombekisting*



C *Kleinpaneelbekisting*



D *Projectbekisting*



Detail vormdelen

• Vormdelen

Voor het profileren van in het zicht blijvende delen van in het werk gestort beton zijn standaardoplossingen beschikbaar. Een voorbeeld is geprofileerd EPS, voorzien van een krimpfolie. Deze vormdelen worden gecombineerd met rechthoekige (systeem)bekisting.

Werkvoorbereiding en uitvoering

Bekistingstoebehoren

Na de keuze van een type bekisting of bekistingsstelsel volgt de werkvoorbereiding en uitvoering van de bekisting. In de verdere voorbereiding maakt men onderscheid in drie soorten toebehoren:

- accessoires bij het bekistingsstelsel;
- voorzieningen voor werken en veiligheid;
- bouwkundige voorzieningen.

Over de accessoires bij de bekisting zoals kopschotten, centerpenen, sparings, schoren, enzovoort, zal de leverancier of materiele dienst adviseren en ondersteuning bieden.

Voorzieningen voor werk en veiligheid kunnen bestaan uit werkvloeren, randsteigers, ladders en dergelijke. Sommige voorzieningen zijn geïntegreerd, denk bijvoorbeeld aan wandbekisting. Andere voorzieningen bieden een efficiënte combinatie, zoals halve randtafels ten behoeve van breedplaatvloeren. Hierbij zijn de ondersteuning, de randbekisting en de werksteiger woningbreed in één systeem te plaatsen en te verplaatsen. Bouwkundige voorzieningen zullen veelal bestaan uit zaken die op de bekisting worden aangebracht. De meest voorkomende zaken zijn leidingen en dergelijke als onderdeel van de installaties. Of bijvoorbeeld schroefhuizen en stekkenbakken voor de koppeling van bouwdeelen.

Korte voorbereidingstijd

Gietbouw kent een relatief korte voorbereidingstijd. Dus kan er snel worden gestart met de uitvoering. Het beton wordt daarnaast just-in-time aangeleverd op de bouwplaats. Men heeft daardoor de zekerheid dat aan het eind van de werkdag ‘de kist vol zit’. Voordeel is ook dat men in noodgevallen altijd nog snel wat extra beton kan bijbestellen.

Een nieuwe ontwikkeling is de automatische boorstraat. Hierbij boort en snijdt een robot uiterst nauwkeurig gaten in stalen tunnelbekistingen. De robot, die veel weg heeft van een portaalkraan, rijdt over de tunnelkist heen en is daarbij in staat om zowel gaten te boren als met behulp van plasma gaten te snijden. Tot een diameter van 6 à 8 mm wordt er geboord, daarboven snijdt de robot de gaten. Uiteindelijk moet de boorstraat leiden tot een snellere doorstroming in de productie, meer continuïteit en een betere beheersbaarheid van het bewerkingsproces.

	Bekistingstoebehoren	Sparingen	Overigen
Kimmen	Kimbekisting	Deursparingen	Schroefhuizen
Wandbekisting/ topwandbekisting	Kopschotten	Raamsparingen	Breekpenen, magneten e.d. voor g.w.e.-installatie
	Snelkoppelingen	Doorvoeren	Afstandhouders voor wapening
	Spouwwallen		Kimijzers
	Centerpenen		Dilatatie- en afdichtingsvoorzieningen
	Conussen		Verankeringen
	Afstandhouders		Hijsmiddelen
	Instorthulzen (Krukjes)		
	Stortstrippen		
	Stormkettering/Schoren		
	Geleidetouwen		
	Veiligheidsnetten		
	Stel- en montagegereedschap		
	Bekistingsolie		
	Gereedschap reiniging en onderhoud		
	Eindwandsteigers		
	Werk- en omloopsteigers		
Vloerbekisting (aanvulling)	Stempels	Trapgatsparingen	
	Randbekisting		
	Randbeveiliging		

Veiligheid en arbo

Aandacht voor de werknemer op de bouwplaats heeft in de gietbouw een hoge prioriteit. Veilig kunnen werken is een voorwaarde, ook bij inzet van bekisting. Voorzieningen zoals stortvloeren, valsteigers en omloopsteigers zijn bij veel soorten bekisting een onderdeel van het systeem. Hierdoor is, bij het stellen en verplaatsen van bekisting, de veiligheid van de werknemers zo goed mogelijk verzorgd.

Door aanpassingen ten behoeve van het stellen, verplaatsen of uitrijden van bekisting wordt gewerkt aan de beperking van fysieke inspanningen. Ook bij de keuze van het transport van betonmortel moeten arbeidsomstandigheden worden meegewogen.

► Checklist Voorbereiding bekisting

► Projectvoorbereiding			
Onderdeel			Apecten
1	Analyse bouwplan		Totaal aantal woningen
2	Bepaling maximale bouwtijd		
3	Bouwtempo in aantal woningen per week		
4	Keuze bouwmethode		Wanden-breedplaat of tunnelgietsbouw
5	Aanvraag bekistingsadvies		Intern bij materieeldienst of Extern bij bekistingleverancier (huur of verkoop)
6	Planning	Mensen Materiaal	Ploeggrootte Hoeveelheid bekisting Omloopsteigers Randbeveiliging Onderstempeling e.d.
		Materieel	Kraan: Type, capaciteit Logistiek op de bouwplaats
		Methode	Storten van beton: kubel, betonpomp
7	Definitieve keuze van bekistingsysteem		
► Werkvoorbereiding/Uitvoering			
Onderdeel			Apecten
8	Tekening bekisting		Bekistingleverancier
9	Wapeningstekeningen		Prefabriceren van wapening
10	Routing bouwproductie		Positie en ruimte bouwkraan
11	Ploegenschema		Draaiboek gietbouwplaat + takenschema
12	Veiligheidsvoorzieningen		Instructieblad op basis van V&G-plan en risicoanalyse
13	Bepaling eisen aan betonmortelprestaties		Afstemming naar wijze van transport, ontlastingstijd en klimaat
14	Maatvoeringstekeningen installaties, verankeringen en instortvoorzieningen		Gas, water, elektra, data, afvoer, sparingen, schroefhuizen, enz.
15	Programmeren van de bekisting		Automatisering en/of beperking door magneet en lijmtchnieken
16	Aanvoer en montage		Samenstelling op de bouwplaats

Schoonbeton = beton in het zicht

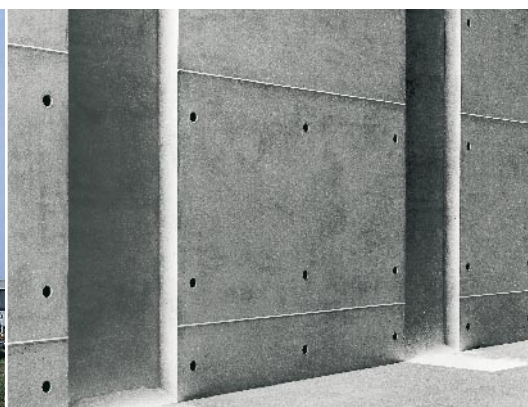
De inzet van bekisting in woningbouw is vrijwel altijd functioneel. Dit betekent dat er eisen worden gesteld aan het oppervlak en de vlakheid, ook in het geval dat de betonconstructie niet direct zichtbaar blijft. Onderdelen zijn uit te voeren als schoonbeton, waarbij er tevens eisen worden gesteld aan het uiterlijk van het in het zicht blijvende beton. De eisen, verwachtingen en haalbaarheid zullen in een vroeg stadium besproken moeten worden tussen de ontwerper, aannemer, bekistingsleverancier en de leverancier van betonmortel. (In de leidraad 'Schoonbeton ... mooi werk', uitgegeven door Enci, staat de omschrijving: 'Schoon beton, in het werk gestort, is een constructiemateriaal dat aan de kwaliteitseisen van een afbouw materiaal moet voldoen'.)

Kennis en voorlichting

Het Gietbouwcentrum wil een bijdrage leveren aan kwalitatief hoogwaardig en efficiënt bouwen in beton. Hiervoor zijn diverse publicatie beschikbaar. Enkele met een directe relatie tot deze uitgave over bekistingen zijn:

- brochure 'Fundaties voor woningcasco's' met informatie over funderingspalen, funderingsbalken en beganegrondvloeren;
- informatieblad 'Optimalisatie van ondersteuningsconstructies en breedplaatvloeren';
- Gietbouwpocket met praktische informatie over de uitvoering van gietbouw.

Voor meer informatie over deze of andere publicaties zie www.gietbouwcentrum.nl.



Schoonbeton; v.l.n.r. Wall House te Groningen, detail schoonbetonwand en Urban Villa te Velsbroek.



Maart 2007

Deze brochure is een uitgave van het Gietbouwcentrum, een initiatief van de betonmortelfabrikanten die zijn aangesloten bij de branchevereniging VOBn.

Gietbouwcentrum

Postbus 383

3900 AJ Veenendaal

T 0318 55 74 74

F 0318 55 74 70

E info@gietbouwcentrum.nl

W www.gietbouwcentrum.nl