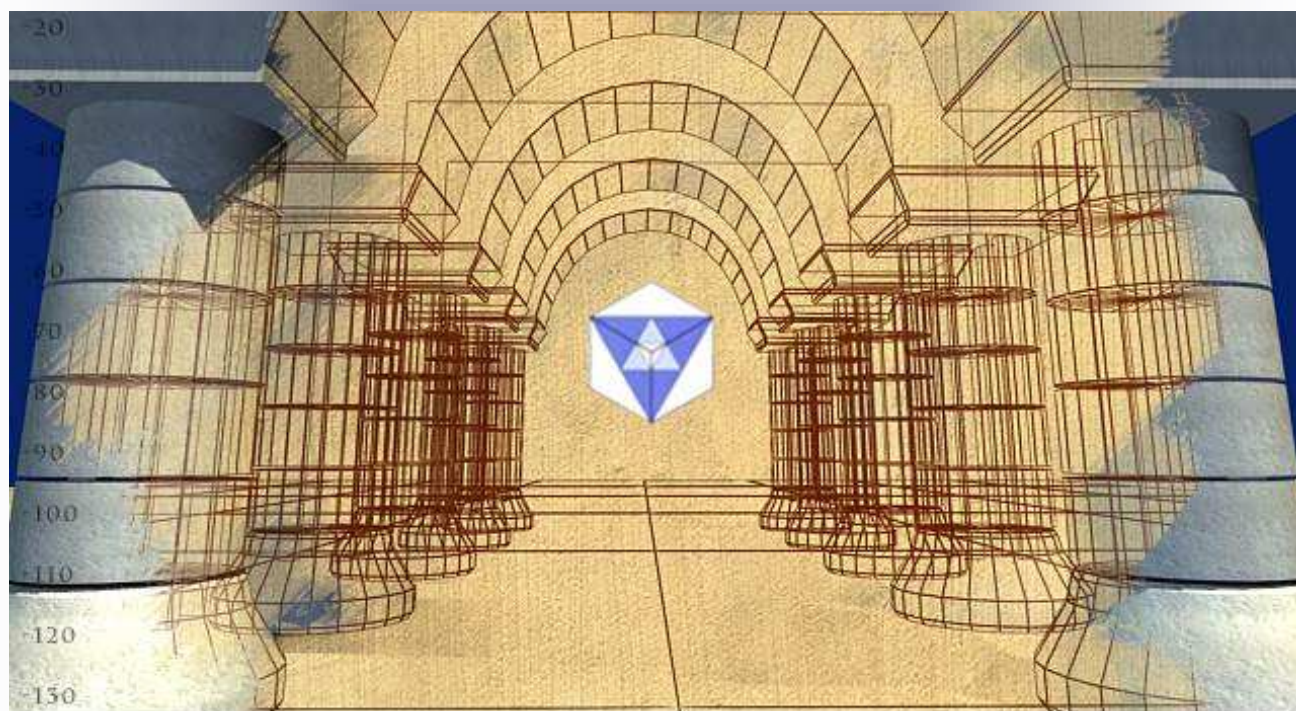


KEUZESYSTEEM KLIMBEKISTINGEN



STUBECO STUDIECEL A 05

Keuzesysteem klimbekistingen

Versie Januari 2008

Stubeco studiecel A05

Inhoudsopgave

1.0	Inleiding.....	4
2.0	Algemeen.....	5
2.1	Omschrijving / Probleemstelling.....	6
2.2	Doelstelling.....	6
2.3	Uitgangspunten.....	6
3.0	Beschikbare systemen.....	6
3.1	Klimbekisting algemeen.....	7
3.1.a	Klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting los op steiger.....	8
3.1.b	Klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting vast op steiger.....	10
3.1.c	Klimbekisting, kraanonafhankelijk, automatische klimsteiger.....	11
3.2	Glijbekisting.....	14
3.3	Vijzelbekisting.....	15
3.4	Matrix voor- en nadelen per systeem.....	16
4.0	Randvoorwaarden / overige keuzefactoren.....	16
4.1	Bouwlocatie / logistiek.....	16
4.2	Bouwkraan.....	17
4.3	Bedrijfskennis / aanwezig materieel.....	17
5.0	Normen / veiligheid.....	17
5.1	Normen / eisen.....	17
5.2	Veilig werken met klimbekisting/glijbekisting/vijzelbekisting.....	18
6.0	Keuzemodel.....	19
7.0	Literatuurlijst.....	20
8.0	Controlelijst Aboma+-Keboma.....	21

1.0 Inleiding

In de bouw is het bij hoogbouwprojecten normaliter gebruikelijk, dat de kernen en wanden in het gebouw voor de stabiliteit zorgen. Bij civiele werken geldt dit o.a. voor bijvoorbeeld de pijlers. In de meeste gevallen worden deze onderdelen daarom in het werk gestort.

Als aannemer komt men al snel voor de keuze te staan welke bouwmethode of welk productiesysteem er toegepast dient te worden om een optimaal bouwproces te verkrijgen. Deze keuze wordt meestal bepaald door de twee belangrijkste criteria: tijd en geld, waarbij tijd ook weer in geld kan worden uitgedrukt. Voor de keuze van het toe te passen bekistingsysteem voor de in het werk te storten kernen gelden eveneens deze criteria. Het behoeft geen betoog dat deze keuze's zeer belangrijk zijn.

De keuze voor een bepaald bekistingsysteem voor de kernen, wanden en pijlers dient reeds gemaakt te worden in de calculatiefase van het bouwwerk. Na gunning van het werk wordt door het uitvoeringsteam nogmaals bekeken, of het in de calculatiefase gekozen systeem toegepast zal worden, of dat er misschien alsnog een andere keuze gemaakt wordt.

Ook de te verwachten kraanbelasting speelt een belangrijke rol bij deze keuze.

Op de markt zijn verscheidene bekistingssystemen voorhanden, elk met haar specifieke uitvoeringsmethodieken en toepasbaarheid. In dit rapport is onderzoek gedaan naar de verschillende systemen welke toepasbaar zijn voor het realiseren van in het werk te storten kernen en wanden, al dan niet in een onafhankelijke bouwstroom. Vervolgens zijn de voor – en nadelen van elk van deze systemen in kaart gebracht.

Uiteindelijk is een keuzemodel opgesteld, welke als hulpmiddel kan dienen bij de bepaling van het meest optimale klimbekistingssysteem.

Aan dit rapport hebben meegewerkt:

G. Vernooij	Doka Nederland BV Oss
L. Verboom	Era Bouw BV Zoetermeer
R. Bekhof	Aanneming Maatschappij JP van Eesteren BV Rotterdam
J. Cederhout	BAM Advies en Engineering Bunnik
J. Th. A.M. Peters	PERI bv. Schijndel
H.A.F. Siefert	MEVA bekistingssystemen bv Gouda
D.M. Kwantes	Aanneming Maatschappij JP van Eesteren BV Amsterdam
C.H. v.d. Berg	Aboma Keboma Ede

2.0 Algemeen

Zoals reeds aangegeven in de inleiding wordt bij hoogbouwprojecten aan de kernen en wanden in een gebouw de benodigde stabiliteit ontleend. De kern van een gebouw is een verticaal bouwdeel over meerdere bouwlagen met twee functies: een *constructieve* functie en een *bouwkundige* functie.

De constructieve functie van een schacht bestaat uit het opnemen van de horizontale en verticale belastingen en het overbrengen van deze belastingen naar de fundering.

De bouwkundige functie van de schacht bestaat uit het gebruik als stijgpunt voor liften (liftschacht), leidingen voor technische installaties (leidingenschacht) en voor loopverkeer (trappenhuis).

Om een gebouw te produceren is arbeid, materiaal, materieel en informatie nodig. Bij de realisatie van een in het werk te storten kern is met name de bekisting en de bouwkraan het belangrijkste materieel dat ingezet dient te worden.

Er bestaan twee bouwmethodieken om een in het werk te storten kern te realiseren:

- de kern kan per verdieping geproduceerd worden met een bekistingsysteem welke op de verdiepingsvloer gesteld wordt. De productie van de kern is dan *afhankelijk* van de bouwtijd van de verdieping en is de productie van de verdieping op haar beurt weer afhankelijk van de bouwtijd van de kern.
- De kern kan *onafhankelijk* van de verdieping voorgetrokken worden. Aansluiting van de schacht met de aangrenzende constructie wordt verkregen door middel van in te storten stekkenbakken en / of koppelankers.

Het in het werk storten van kernen kost zoveel bouwtijd, dat in de eerst hierboven genoemde situatie de kern maatgevend kan gaan worden voor de bouwtijd van de totale bouwlaag. Het gevolg hiervan is, dat de totale bouwtijd van het gebouw verlengd wordt (met als direct gevolg extra kosten uitgedrukt in tijd en geld). Het ligt daarom voor de hand de keuze te maken om de kern in een onafhankelijke bouwstroom voor te trekken – aan de hand van een kostenopstelling moet blijken of de extra investering in het toepassen van een klimbekisting wordt terugverdiend in verkorting van bouwtijd, logistiek en de kraankosten. Tevens dienen de kosten voor stekkenbakken, koppelankers etc. meegenomen te worden.

Een ander aspect wat een doorslaggevende factor kan zijn om de kern / wanden voor te trekken is de kraanbelasting; de bouwcyclus wordt onder andere bepaald door de kraanbelasting, om de bouwkraan te ontlasten kan er in sommige gevallen gekozen worden de kern d.m.v. een zelfklimmend bekistingsysteem voor te trekken.

Reeds in de calculatie-fase worden op basis van het bestek, de bestekstekeningen en de situatie op de toekomstige bouwlocatie de randvoorwaarden van het project bepaald. De bouwmethodiek en overall planning worden vastgesteld, de bouwplaatstekening wordt opgesteld, de kraaninzet wordt bepaald, enz. Tevens wordt in deze fase door het calculatieteam een keuze gemaakt met welk bekistingsysteem de in het werk gestorte kernen gerealiseerd zullen worden, ten einde een en ander te kunnen begroten. Om deze keuze te vereenvoudigen is in dit rapport een keuzemodel uitgewerkt.

2.1 Omschrijving / Probleemstelling

Het kiezen van een klimbekistingssysteem voor het verticaal bouwen van in het werk gestorte kernen in een onafhankelijke bouwstroom is niet altijd eenvoudig. De methodiek in combinatie met de kosten en resultaat zijn daarin belangrijke factoren. Daarnaast zijn er diverse systemen op de markt met elk haar specifieke voor- en nadelen.

2.2 Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is het ontwerpen van een model dat de keuze voor een klimbekistingssysteem vereenvoudigt.

Om tot dit keuzemodel te komen worden de diverse beschikbare systemen geanalyseerd. Daarnaast worden de criteria bepaald om met eenvoudige middelen een verantwoorde keuze te maken.

Het op te stellen keuzemodel dient zo eenvoudig mogelijk te zijn, zodat het voor een brede groep gebruikers als hulpmiddel geschikt zal zijn.

2.3 Uitgangspunten

Bij het opstellen van deze rapportage is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- de vergelijkingen tussen de onderlinge systemen zijn op uitsluitend technisch gebied bepaald; de financiële aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.
- de werkwijze per klimbekistingssysteem wordt met elkaar vergeleken waarbij de randvoorwaarden vooraf bepaald worden om een zo objectief mogelijk vergelijk te krijgen.

3.0 Beschikbare systemen

Zoals reeds opgemerkt zijn er op de huidige markt verschillende klimbekistingssystemen aanwezig, te weten:

- klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting los op steiger
- klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting vast op steiger
- klimbekisting, kraanafhankelijk (automatische klimsteiger)
- glijbekisting
- vijzelbekisting

Alle systemen worden in Nederland regelmatig toegepast met uitzondering van de vijzelbekisting. Voor zover ons bekend is de vijzelbekisting de laatste decennia niet meer in Nederland toegepast.

In de volgende paragrafen zal de techniek per systeem worden toegelicht.

3.1 Klimbekisting, algemeen

Bij dit systeem worden de kernwanden per bouwlaag gestort door middel van (in het algemeen verdiepingshoge) wandbekistingselementen. Afhankelijk van het type gebouw kan er besloten worden de wanden over een halve verdiepingshoogte of een dubbele verdiepingshoogte te storten.

Als grove vuistregel kan gehanteerd worden dat voor hoogbouwprojecten met circa 9 verdiepingen het raadzaam is om een kostenopstelling te maken met betrekking tot de inzet van een klimbekisting, een en ander afhankelijk van het ontwerp van het gebouw. Dit geldt niet voor toepassing van een automatische klimbekisting, hiervoor geldt als grove vuistregel circa 20 verdiepingen, ook hier geldt dat een en ander afhankelijk is van het ontwerp van het gebouw.

Het principe van de klimbekisting is globaal als volgt:

Na voormontage van de wandbekisting op de bouwplaats wordt de stelkist geplaatst. Vervolgens wordt de wapening aangebracht en wordt de sluitkist aangebracht. Na het storten en ontkisten van de eerste slag van de kern worden, na voldoende verharding van de beton de klimsteigers aan de kernwanden gehangen.

De klimsteigers worden opgehangen aan instortvoorzieningen. Na het plaatsen van de klimsteigers worden de wandbekistingselementen op de klimsteigers gemonteerd.



klimbekisting

Binnen in de kern worden vlonders aangebracht waarop de wandbekistingselementen geplaatst worden. Veelal worden vlonders toegepast in de uitvoering met zogenaamde klapschoenen welke in inkassingen in de wand vallen en afsteunen. Een andere toepassing is het aanbrengen van oplegschoenen, die aan instortvoorzieningen bevestigd worden. Hierdoor heeft men een werkvloer binnen in de kern. Men is vrij in de keuzebepaling of de binnen – of buitenbekisting als stelkist wordt ingezet.

Wanneer de buitenbekisting als stelkist wordt ingezet fungeert de buitenbekisting ook als windvanger, daarnaast worden alle werkzaamheden binnen in de kern uitgevoerd wat logistieke voordelen biedt. Tevens levert dit een veiligere situatie op dan wanneer de binnenkist als stelkist zou fungeren.

Er moet wel rekening gehouden worden dat de binnenkist in eerste instantie omhoog gehesen dient te worden zodat deze schoongemaakt kan worden, vervolgens laat men de bekisting weer in de schacht zakken.

Wanneer aan de buitenzijde de klimsteigers met stelkist aangebracht zijn, kan de wapening / sparringen / in te storten onderdelen aangebracht worden. Voor het sluiten van de bekisting wordt binnen in de kern de werkvloer verwijderd waarna het klimvlonder met de sluitbekisting omhoog gehesen wordt. Na het sluiten van de bekisting wordt de beton gestort en begint de cyclus opnieuw.

Het voordeel van de werkmethode om de buitenbekisting als stelkist in te zetten is onder andere dat men door de bekisting beschermd wordt tegen weersinvloeden (met name wind) en dat de loopafstanden (met name tijdens het vlechtwerk) verkort worden. Wat tevens een voordeel oplevert is het aanbrengen van de in te storten voorzieningen ten behoeve van de (toekomstige) aansluiting van gebouwelementen aan de kern: deze in te storten voorzieningen kunnen eenvoudig op de stelkist worden aangebracht en nauwkeurig worden gemaatvoerd.

Wanneer de binnenbekisting als stelkist wordt ingezet, wordt in de kern het klimvlonder met bekisting omhoog gehesen en gesteld. Vervolgens worden buitenom de klimsteigers gemonteerd en kunnen van hieraf de wapening / sparringen / in te storten onderdelen aangebracht worden. Hierna wordt de sluitkist aangebracht en kan de beton worden gestort.

3.1.a Klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting los op steiger

Bij dit systeem worden de wandbekistingselementen na elke stortfase met behulp van een (bouw-) kraan van de klimvlonders verwijderd en opgeslagen. Vervolgens worden de klimsteigers met kraanhulp een slag hoger aangebracht. Hierna worden de wandbekistingselementen weer terug op de klimsteigers gehesen en gesteld. Om de wandwapening / sparringen en dergelijke aan te kunnen brengen dient een steiger op het klimsteiger geplaatst te worden. Bij werkzaamheden op dit steiger dient extra op de veiligheid gelet te worden, zie tevens paragraaf 5.0.

Globale werkmethode (zie figuur 3.1.a):

Fase 1

Plaatsen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Sluiten bekisting en storten beton
Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen

Fase 2

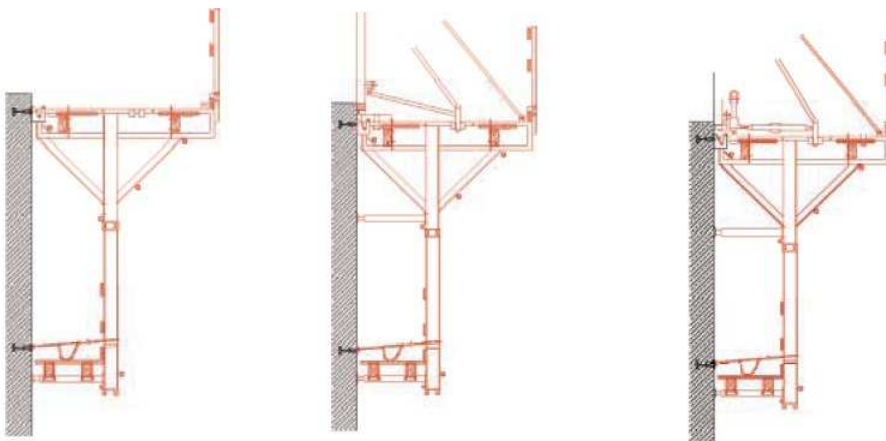
Ophangen klimsteigers en/of heflonders
Plaatsen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Aanbrengen sluitkist en storten beton
Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen

Fase 3

Klimsteigers en/of heflonders een slag naar boven plaatsen (m.b.v. bouwkraan)
Monteren eventuele naloopsteigers
Plaatsen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Aanbrengen sluitkist en storten beton
Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen

Fase 4

Klimsteigers en/of heflonders een slag naar boven plaatsen (m.b.v. bouwkraan)
Plaatsen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Aanbrengen sluitkist en storten beton
Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen



figuur 3.1.a klimbekisting, kist los op steiger

Dit systeem is erg kraanafhankelijk (vraagt een hoge inzet van de bouwkraan). Daarnaast dient er op de bouwplaats voldoende opslagmogelijkheid aanwezig te zijn om de bekisting tijdelijk op te slaan. Ook is het systeem weersafhankelijk. Voordeel van dit systeem, is dat de bekisting elders op het bouwwerk kan worden ingezet en dat men flexibel is voor wat betreft de betonvorm van de kern. Tevens is het een relatief goedkoop systeem.

3.1.b Klimbekisting, kraanafhankelijk, bekisting vast op klimsteiger

Het verschil van dit systeem met het vorige is dat de wandbekistingselementen vast aan de klimsteigers gekoppeld zijn, zodat de klimsteigers inclusief de bekistingselementen in één handeling omhoog gehesen worden. Daarbij komt dat de bekistingselementen door middel van een tandheugelmecanisme van de wand af of naar de wand toe verplaatst kunnen worden. De verplaatsing bedraagt circa 0,75 meter en gebeurt met handkracht.

Doordat de (sluit-)bekisting over circa 0,75 meter terug kan bewegen wordt een werkruimte gecreëerd (zie figuur 3.1b). In deze werkruimte kunnen de wapening, sparringen en andere in te storten voorzieningen worden aangebracht. Een bijkomend voordeel van deze werkruimte is dat de sluitkist de werkzaamheden afschermt zodat er veilig gewerkt kan worden.

Globale werkmethode (zie figuur 3.1b):

Fase 1

Plaatsen stelkist

Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen

Sluiten bekisting en storten beton

Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen

Fase 2

Ophangen klimsteigers en/of heflonders

Plaatsen stelkist, monteren aan klimsteiger / heflonder

Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen

Monteren sluitkist aan klimsteiger/heflonder, sluiten sluitbekisting en storten beton

Ontkisten (bekisting naar achteren rijden), monteren ophangvoorzieningen

Fase 3

Klimsteigers en/of heflonders een slag naar boven plaatsen (m.b.v. bouwkraan)

Monteren naloopsteigers

Stellen stelkist

Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen

Sluiten sluitkist en storten beton

Ontkisten (bekisting naar achteren rijden), monteren ophangvoorzieningen

Fase 4

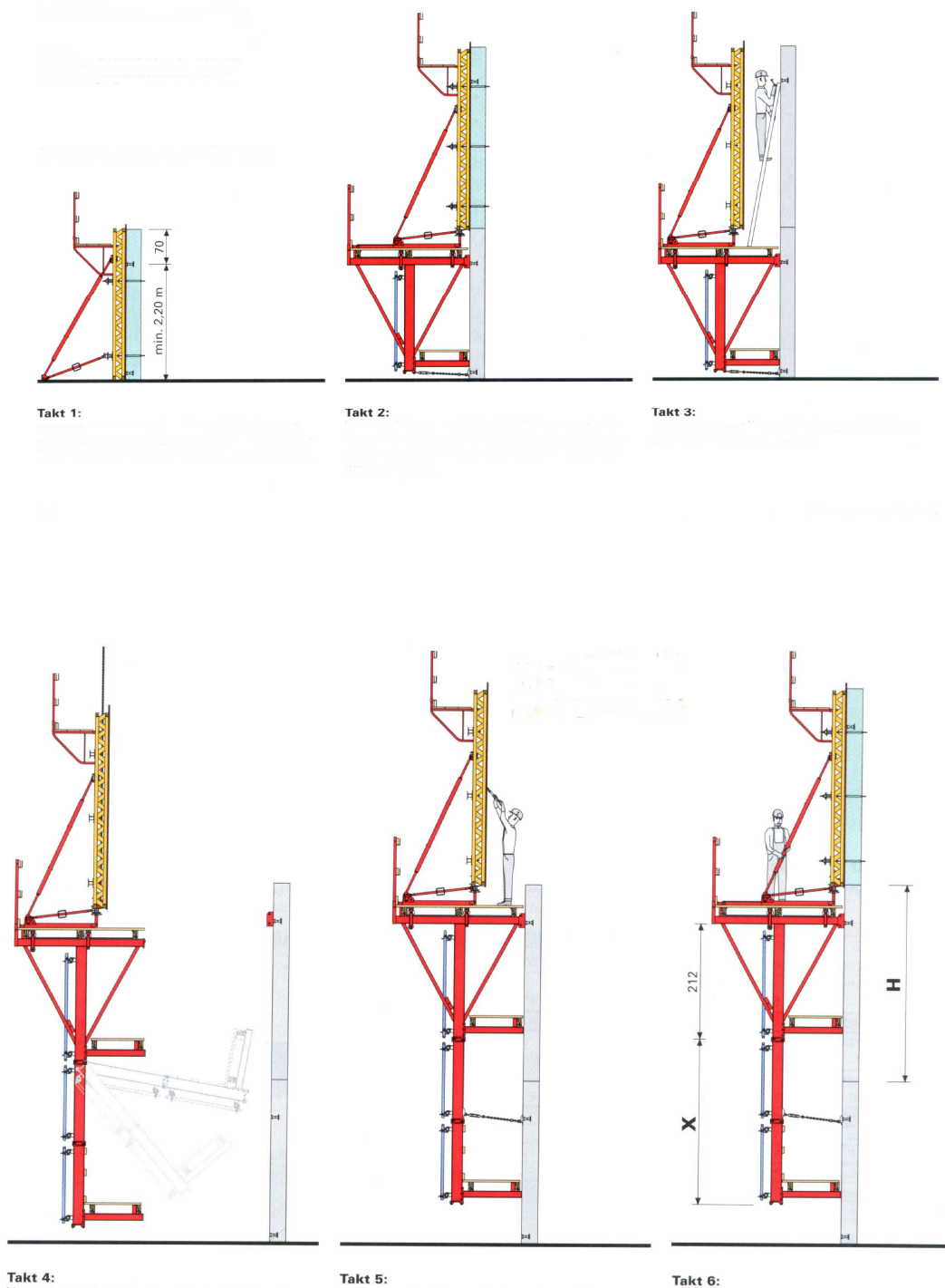
Klimsteigers en/of heflonders een slag naar boven plaatsen (m.b.v. bouwkraan)

Stellen stelkist

Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen

Sluiten sluitkist en storten beton

Ontkisten (bekisting naar achteren rijden), monteren ophangvoorzieningen



figuur 3.1b klimbekisting, kist vast op steiger

3.1.c Klimbekisting, automatisch

Bij de automatische klimbekisting is voor het verticaal verplaatsen van zowel de klimvlonders/-steigers als wandbekistingselementen geen kraan nodig. Met behulp van een hydraulisch aangedreven klimsysteem worden de klimvlonders/-steigers inclusief de wandbekistingselementen verticaal omhoog bewogen. Alleen voor het verticale transport van de wapening / beton / in te storten onderdelen is een bouwkraan benodigd. De bekistingselementen zijn vast aan de klimsteigers- /vlonders bevestigd en zijn verrijdbaar.

Globale werkmethode (zie figuur 3.1.c):

Fase 1

Plaatsen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Sluiten bekisting en storten beton
Ontkisten, verwijderen bekisting met bouwkraan, monteren ophangvoorzieningen

Fase 2

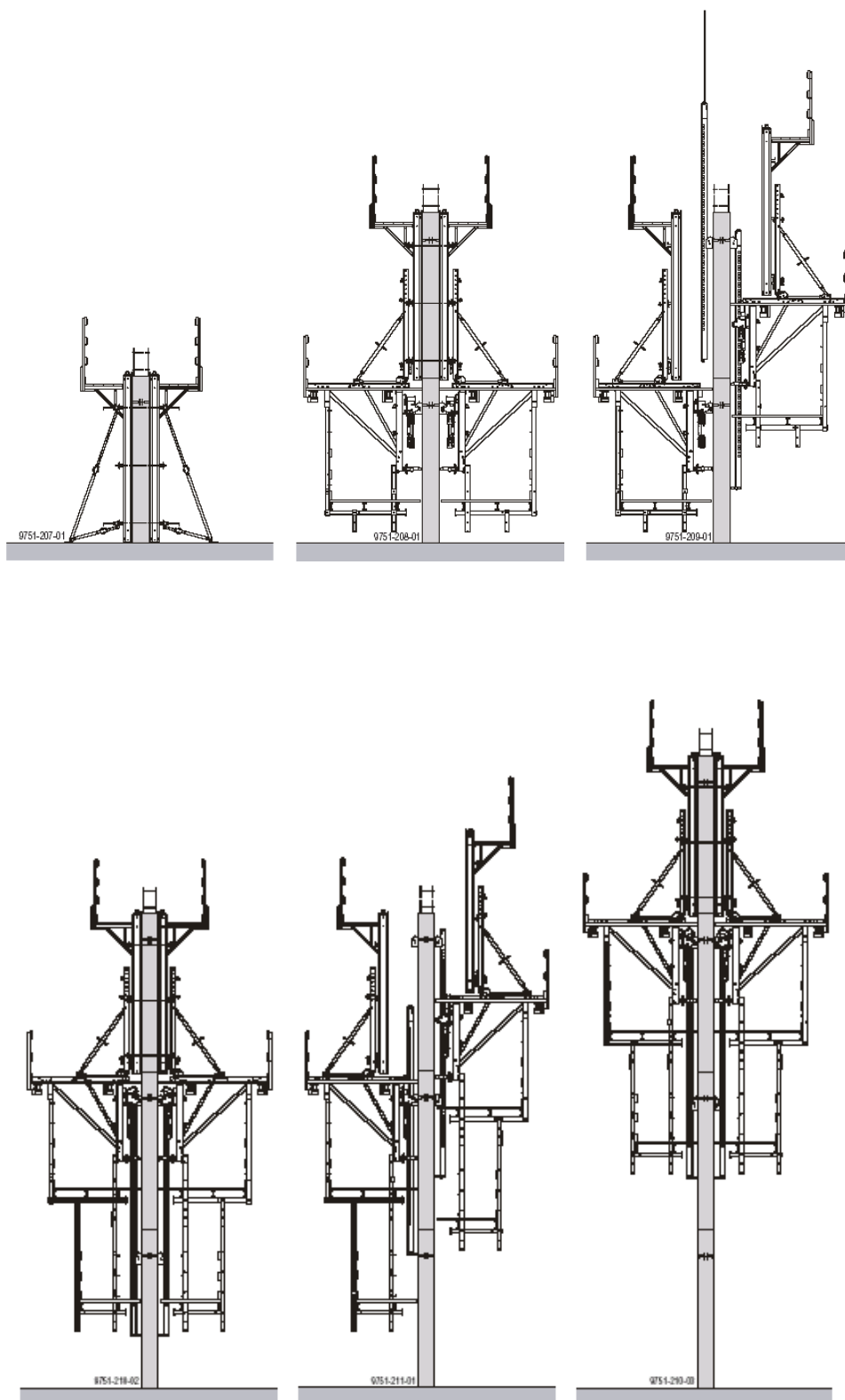
Ophangen klimsteigers en/of heflvlonders
Aanbrengen beveiliging steigers en montage hydraulische installatie
Plaatsen stelkist, monteren aan klimsteiger / heflvlonder
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Monteren sluitkist aan klimsteiger/heflvlonder, sluiten sluitbekisting en storten beton
Ontkisten, monteren ophangvoorzieningen

Fase 3

Monteren klimbalken
Klimsteigers/heflvlonders incl. bekisting een slag naar boven klimmen
Monteren hangsteiger laag -1
Stellen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Sluiten sluitkist en storten beton
Ontkisten, bekisting naar achter rijden, monteren ophangvoorzieningen

Fase 4

Klimsteigers/heflvlonders incl. bekisting een slag naar boven klimmen
Monteren hangsteiger laag -2
Stellen stelkist
Aanbrengen sparringen, wapening en instortvoorzieningen
Sluiten sluitkist en storten beton
Ontkisten, bekisting naar achter rijden, monteren ophangvoorzieningen



figuur 3.1.c automatische klimbekisting

Automatisch klimmen heeft als voordeel dat ook bij hogere windsnelheden geklommen kan worden en dat de kraanbelasting laag is. Eventueel kan er gekozen worden om op de klimbekisting een betonverdeelgiek te plaatsen. Met behulp van een standpijp wordt een betonpomp op deze betonverdeelgiek aangesloten waarmee de beton gestort wordt.

Een nadeel van het systeem zijn de hoge investeringskosten. Als grove stelregel geldt dat het systeem efficiënt is vanaf circa 20 bouwlagen.

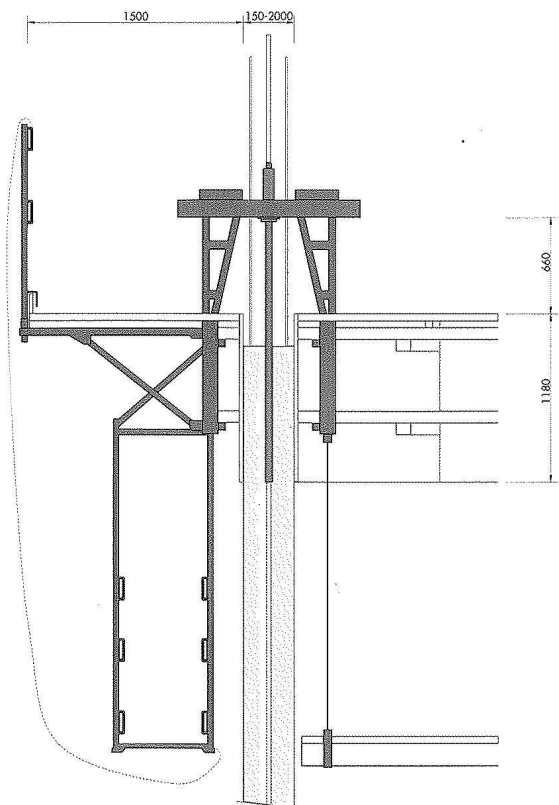
3.2 Glijbekisting

Het basisprincipe van een glijbekisting is gebaseerd op een bekisting van geringe hoogte (circa 1,25 meter), welke in een volcontinu proces omhoog wordt bewogen. Tijdens deze beweging wordt de bekisting laagsgewijs gevuld. De contactbekisting wordt ondersteund door horizontale gordingen, die aan jukken gemonteerd zijn (zie figuur 3.4.a). Door middel van vijzels worden de jukken aan zogenaamde klimstaven omhooggetrokken. De snelheid kan, afhankelijk van de te storten constructie, variëren van 3,6 tot meer dan 6 meter per etmaal.

De jukken zijn omgeven door het werksteiger. Vanaf dit steiger wordt de wapening gevlochten, de beton gestort en de springen / in te storten voorzieningen aangebracht. De vijzels zijn onderling gekoppeld en worden centraal bediend.

Het storten gebeurt in lagen van circa 200 mm. De beton wordt in rondgang laagsgewijs gestort en verdicht. De glijbekisting wordt op deze manier continu gevuld.

Springen, stekkenbakken en overige in te storten voorzieningen worden op/in de wapening geplaatst en vastgezet. De maatvastheid van springen en ingestorte voorzieningen is in het nadeel ten opzichte van de klimbekisting. Daarnaast is vaak ook de oppervlaktekwaliteit van de beton in het nadeel ten opzichte van de klimbekisting.



figuur 3.4.a glijbekisting.

Het glijproces is een continu proces, er wordt over het algemeen 24 uur per etmaal doorgewerkt. Dit houdt onder andere in dat er in ploegen gewerkt dient te worden, de betoncentrale dag en nacht betonspecie moet leveren, diverse vergunningen aanwezig moeten zijn enz.

3.3 Vijzelbekisting

De vijzelbekisting is een combinatie van klim- en glijbekisting. Het systeem bestaat uit een vijzelconstructie en een aparte bekisting. De vijzelconstructie is een frame bestaande uit een werkvloer met vijzels en hangsteigers, vergelijkbaar met de glijbekisting. De vijzelconstructie wordt in slagen van 25 mm over 1 meter omhoog gebracht door middel van hydraulische vijzels. Dit proces neemt circa 2 uur in beslag.

De bekisting heeft een totale hoogte van circa 3,00 meter en is opgebouwd uit panelen, elk circa 1,00 meter hoog die boven op elkaar gemonteerd worden. Door middel van centerpennen worden de panelen aangebracht, de bovenste panelen steunen daarbij af op de panelen van de voorgaande twee (gestorte) betonlagen.

De bekistingspanelen worden op de onderste werkbordessen handmatig gedemonteerd en vervolgens op het bovenste werkbordes weer gemonteerd. Tijdens het bouwproces van de vijzelbekisting zijn er per dag vier fasen te onderscheiden (zie figuur 3.5.a):

Fase 1

Voor het gedeelte waarvan de wapening en bekisting gereed zijn wordt de beton aangebracht.

Fase 2

Wanneer het storten gereed is wordt de wapening voor het volgende te storten gedeelte aangebracht. Tevens worden de desbetreffende sparingsen en andere in te storten onderdelen (stekkenbakken, stekankers, voorzieningen installaties) aangebracht.

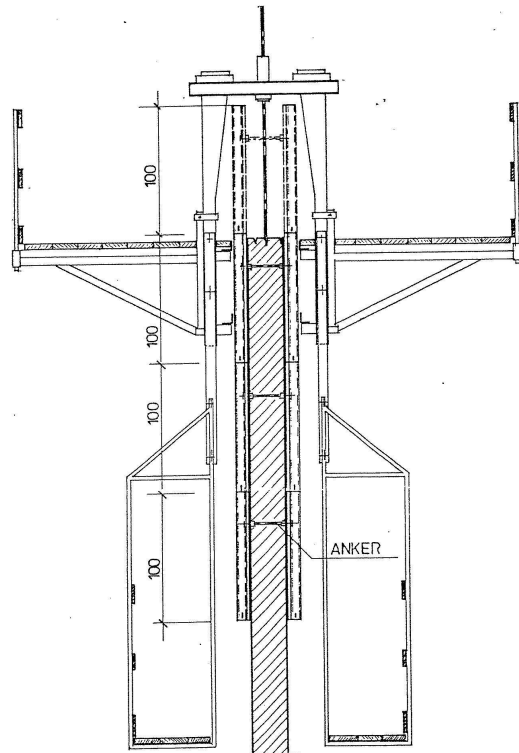
Fase 3

De bekistingspanelen van het onderste werkbordes worden via luiken naar boven gehesen en worden vervolgens aangebracht en afgecenterd.

Fase 4

De vijzelconstructie wordt over 1000 mm gevijzeld, indien nodig worden de klimstaven opgelengd.

Op het onderste werkbordes worden de onderste bekistingspanelen en staanders gedemonteerd.



figuur 3.5a Doorsnede Vijzelbekisting.

Voordeel van de vijzelbekisting ten opzichte van de glijbekisting is onder andere dat er niet 24 uur continu gewerkt moet worden. Er is één ploeg op het werk die een normale dagproductie draait en waarin een ieder een afgebakende taak heeft.

In Nederland komt het toepassen van de vijzelbekisting voor zover bekend niet vaak voor.

3.4 Matrix voor en nadelen per systeem

In onderstaande matrix zijn per systeem de voor en nadelen opgesplitst

	<i>Klimbekisting, Kist los op steiger</i>	<i>Klimbekisting, Kist vast op steigers</i>	<i>Klimbekisting, automatisch</i>	<i>Glijbekisting</i>	<i>Vijzelbekisting</i>
Kraanafhankelijk	ja	ja	nee	nee	nee
Kraanhandeling	3X	1X	geen	geen	geen
Handeling	eenvoudig	eenvoudig	moeilijk	moeilijk	moeilijk
Windafhankelijk	ja	ja	nee	nee	nee
Maatvoering	eenvoudig	eenvoudig	eenvoudig	zeer moeilijk	eenvoudig
Betonvorm	flexibel	flexibel	flexibel	flexibel	flexibel
Bouwtempo	laag	hoog	hoog	erg hoog	hoog
Oppervlakte kwaliteit	goed	goed	goed	slecht	goed
Bediening	eenvoudig	eenvoudig	moeilijk	moeilijk	eenvoudig
Veiligheid	redelijk	goed	hoog	hoog	hoog
Voormontage	laag	laag	hoog	laag	laag
Werktijden	normaal	normaal	normaal	24 uur	normaal

4.0 Randvoorwaarden - overige keuzefactoren

Bij de keuze welk type klimbekisting er zal worden toegepast spelen naast de technische aspecten per systeem ook diverse andere randvoorwaarden een rol. Deze randvoorwaarden zijn hoofdzakelijk de bouwlocatie / logistiek, de bouwkraan en de bouwtijd. Daarnaast spelen de binnen in het bedrijf aanwezige kennis en het intern voorradige materiaal / materieel een rol.

4.1 Bouwlocatie / logistiek

Veelal vinden de bouwactiviteiten van hoogbouwprojecten in de binnenstad plaats, met zeer beperkte ruimte. De bouwterreinen worden steeds kleiner, aanvoer van materialen vind plaats volgens het "just in time" principe. Voor wat betreft de klimbekisting vraagt de uitvoering van de bekisting los op de klimsteiger tijdens de gehele bouwtijd veel opslag (zie matrix), hiermee dient terdege rekening te worden gehouden. Bij het toepassen van een glijbekisting in de binnenstad krijgt men te maken met geluidsoverlast voor de omgeving en zullen er diverse vergunningen moeten worden

aangevraagd en verkregen. Voordat de glijwerkzaamheden uitgevoerd gaan worden, dienen alle in te storten voorzieningen / wapening voor de eerste bouwlagen op het werk aanwezig te zijn. Hiervoor zal voldoende opslagterrein moeten zijn.

4.2 Bouwkraan.

De gekozen uitvoeringsmethodiek voor het gebouw bepaald de kraanbelasting. Op basis van een kraananalyse kan bepaald worden hoeveel kraantijd er voor de verschillende activiteiten beschikbaar is. De kraantijd die beschikbaar is voor het voortrekken van de kern / wanden is medebepalend voor de keuze van het toe te passen bekistingsysteem.

Bij het toepassen van een glijbekisting of een automatische klimbekisting waarbij de kern tot de volledige hoogte voorgeklommen wordt, zal de bouwkraan aan de kern moeten worden afgesteund. Het gevolg hiervan is dat de kraan relatief dicht naast de kern opgesteld moet (kunnen) worden. Dit kan inhouden dat de kraan in het toekomstige gebouw gepositioneerd wordt, wat gevolgen kan hebben voor het bouwproces. Een ander nadeel van deze opstelling kan zijn dat de kern 'in de weg' staat m.b.t. de kraanbewegingen.

4.3 Bedrijfskennis / aanwezig materieel

Factoren welke medebepalend kunnen zijn voor de keuze van het toe te passen bekistingsysteem zijn de binnen in het bedrijf aanwezige kennis en het intern voorradige materiaal / materieel. Het ligt voor de hand om het bekistingsysteem, waarmee de aannemer goede ervaringen op andere projecten heeft, toe te passen op gelijksoortige projecten. Daarnaast zal een bekistingsysteem, welke in het bezit is van de aannemer eerder op een bouwplaats worden ingezet dan dat men tot een keuze overgaat waarbij een bekistingsysteem extern ingehuurd dient te worden.

5.0 Normen / veiligheid

Voor de in dit rapport opgenomen bekistingsystemen zijn diverse normen en eisen van toepassing. Daarnaast speelt het veilig werken met / op de bekistingsystemen een belangrijke rol.

5.1 Normen en eisen

De van toepassing zijnde normen / eisen op het klimbekistingsysteem bestaan uit onder meer:

- eisen leverancier
- eisen constructeur
- eisen van de overheid / controlerende – en adviserende instanties (VBC, VBU, ABOMA, enz)

De eisen gesteld door de leverancier van de klimbekisting worden vermeld op de (door de aannemer voor akkoord te tekenen) bekistingtekening. De aannemer heeft zich te houden aan deze voorschriften, wordt hier van afgeweken dan dient vooraf overleg gepleegd te worden met de leverancier.

De eisen gesteld door een constructeur kunnen ondermeer zijn:

- ter plaatse van de ophangpunten van de klimsteigers extra wapening aan te brengen.
- bij het toepassen van een glijbekisting komt het vaak voor dat de gehele kern zwaarder gewapend dient te worden
- indien de bouwkraan op de schacht wordt afgesteund wordt, dient eventueel extra wapening voor het afdragen van de kraanbelasting aangebracht te worden.
- de constructeur geeft de druksterkte aan wanneer de volgende slag geklommen kan worden.

De eisen van de overheid zijn vastgelegd in diverse normbladen.

5.2 Veilig werken met klimbekisting / glijbekisting / vijzelbekisting

De Nederlandse wetgeving inzake arbeidsomstandigheden is ondergebracht in de Arbowetgeving. Binnen het kader van dit rapport zijn hiervan de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) en het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit) vooral van belang.

De Arbowet is een kaderwet, dat wil zeggen een raamwerk voor nadere regels. In deze wet worden met name algemene regels en doelvoorschriften aangetroffen. Concretere regels zijn te vinden in het Arbo-besluit, met onder meer in hoofdstuk 3 regels over de inrichting van werkplekken. Het gaat hier om de algemene voorwaarden, waaraan elke werkplek moet voldoen.

Bij het samenstellen van de bekistingsystemen (en de logistiek van het uitvoeringsproces van het desbetreffende systeem) moet men de algemene veiligheidsregels ten aanzien van de werkplekken in acht nemen. Een samenvatting van de belangrijkste regels van het Arbo-besluit met betrekking tot de inrichting van werkplekken is hieronder weergegeven:

- Werkplekken zijn veilig toegankelijk (artikel 3.2),
- Aanwezige voorwerpen of stoffen mogen geen gevaar voor de veiligheid of gezondheid opleveren door instorten, verschuiven, omvallen of kantelen (artikel 3.3),
- Bij direct gevaar voor de veiligheid of gezondheid moet men zich in veiligheid kunnen brengen via trappenhuis, lift of middels een manbak. (artikel 3.6)
- In verband met brandgevaar dienen er op de werkvloers van de bekisting brandblussers aanwezig te zijn. Afhankelijk van de hoogte van de te realiseren betonconstructie dient een droge blusleiding aanwezig te zijn.
- Vloeren van arbeidsplaatsen moeten zo veel mogelijk vrij zijn van oneffenheden en gevaarlijke hellingen (artikel 3.11),

- De verbindingswegen op de arbeidsplaatsen moeten veilig kunnen worden gebruikt (artikel 3.14)
- Bij het verrichten van arbeid waarbij valgevaar bestaat is zo mogelijk een veilige steiger, stelling, bordes of werkvloer aangebracht of is het gevaar tegengegaan door het aanbrengen van doelmatige hekwerken, leuningen of andere voorzieningen (artikel 3.16),
- Het gevaar om getroffen te worden door-, dan wel het bekneld raken tussen voorwerpen moet zoveel mogelijk worden beperkt (artikel 3.17),
- Werkplekken op een bouwplaats die niet op de begane grond zijn gesitueerd, zijn stabiel en stevig, waarbij rekening wordt gehouden met het aantal werknemers dat zich daar bevindt, de maximale belasting en de verdeling daarvan alsmede met externe invloeden. Zonodig zijn ten behoeve van de stabiliteit doeltreffende bevestigingsmiddelen aangebracht (artikel 3.28, lid 1),
- De stabiliteit en de stevigheid worden regelmatig en in ieder geval na iedere relevante verandering van de hoogte of de diepte van de werkplekken doeltreffend gecontroleerd (artikel 3.28, lid 2),
- Bekistingen, tijdelijke stempels en schoren worden slechts gemonteerd of gedemonteerd onder toezicht van een speciaal daartoe aangewezen persoon en moeten zonder gevaar voor de werknemers de krachten dragen waaraan zij blootstaan (artikel 3.31).

Bovenstaande voorwaarden zijn verwerkt in een controlelijst welke is opgenomen in de bijlage 8.

6.0 Keuzemodel

De bevindingen uit dit rapport zijn verwerkt in het keuzeschema welke als bijlage aan dit rapport is toegevoegd.

Dit keuzeschema is in eerste instantie gebaseerd op drie selectie-criteria, te weten;

- het aantal bouwlagen kleiner dan negen
- het aantal bouwlagen groter dan negen maar kleiner dan twintig
- het aantal bouwlagen groter dan twintig

Per selectie is het keuzeschema opnieuw ingedeeld in een aantal selectie-criteria, waaruit per selectie een te hanteren bekistingsysteem te bepalen is. Het moge duidelijk zijn dat het keuzemodel een globaal toepasbaar en een beslissingsondersteunend model is.

Het verdient de aanbeveling om per gebouw de inzet van de verschillende systemen te beschouwen aangezien de randvoorwaarden per gebouw verschillen, teneinde een optimale keuze te kunnen maken.

7.0 Literatuurlijst

1. Handboek uitvoering betonwerken, Stubeco / Betonvereniging, 1^e druk 2005
2. Kiezen van een bekistingssysteem, M.E.H. d'Hondt en H.D. Jans, maart 1997
3. Cement, Bekistingen, 54^e jaargang nummer 3, april 2002
4. Cement, jaargang 1991, nummer 1
5. Keuzemodel voor wandbekistingen, Stubeco Studiecel A02, mei 1997
6. Abomafoon 4.20 Klimbekisting Aboma Keboma

8.0 Bijlage

Controlelijst veilig werken met klimbekisting / glijbekisting / vijzelbekisting

Project:	
Datum controle:	
Uitgevoerd door:	
Naam:	
Functie:	

aandachtspunt	In orde?	j	n	opmerkingen
1	Er heeft een overleg met de constructeur plaatsgevonden over de gekozen uitgangspunten. <i>Aandachtspunten:</i> - Eisen leverancier bekisting, - Werkvolgorde, - Benodigde verharding in verband met het opnemen van krachten t.g.v. ophang- en schoorvoorzieningen, - Maximale vrijstaande hoogte van de kern.	☐	☐	
2	De montage en demontage van de bekisting vindt uitsluitend plaats onder toezicht van een speciaal daartoe aangewezen persoon. <i>Aandachtspunten:</i> <i>dat voldoende gegevens voorhanden zijn [tekeningen waaruit de samenstelling van de bekisting en hulpsteigers blijkt, alsmede de beoogde inzet en stortvolgorde],</i> <i>het geven van instructies aan de ruwbouwploeg,</i> <i>een goede communicatie tussen kraanmachinist en aanpikkelateur mogelijk is,</i> <i>toezicht op naleving van de afspraken.</i>	☐	☐	
3	Alle vloerniveaus waarop werkzaamheden moeten worden verricht zijn veilig bereikbaar. <i>Aandachtspunten:</i> <i>correcte ladderopgangen,</i> <i>vlonders en (afwerk-)steigers,</i> <i>luiken in steigervloeren en vlonders,</i> <i>aanwezigheid van vloerrandbeveiliging langs de looproutes,</i> <i>de inzet van personen/goederenliften als regelmatig een verticale afstand van meer dan 15 meter moet worden overbrugd.</i>	☐	☐	
4	Noodzaak om regelmatig een verticale afstand van meer dan 15 meter te overbruggen is tegengegaan. <i>Aandachtspunten:</i> <i>schaft- en sanitaire voorzieningen in de nabijheid van de werkniveaus,</i> <i>bergplaatsen voor het gereedschap,</i> <i>ehbo- en handblusmiddelen aanwezig.</i>	☐	☐	

aandachtspunt	In orde?	j	n	opmerkingen
5 (Afwerk-)steigers en vlonders kunnen veilig worden gebruikt. Aandachtspunten: - maximale vloerbelasting bekend, - steigers geborgd tegen opwaaien en ongewild uithijzen, - veilige montage en demontage van steigers en vlonders (ophangvoorzieningen), - steigers minimaal voorzien van leuningwerk (dubbele leuningen en kantplank), - als hulpsteigers op klimsteigers gebruikt moeten worden, leuningswerk langs klimsteigers hierop aangepast.	☐	☐		
6 Bekistingsonderdelen en steigers kunnen veilig worden gehesen. Aandachtspunten: - geschikt en gecertificeerd hijsgereedschap, - zo min mogelijk losse onderdelen, - plekken voor tussenopslag (schoonmaken bekistingen) voorzien, - maatregelen bij harde wind.	☐	☐		
7 Veiligheid op vloerniveau onder glijbekisting is gewaarborgd (vallende voorwerpen). Aandachtspunten: - gesloten steiger- en vlondervloeren, - toepassen van veiligheidsnetten, - opruimen en schoonhouden van de werkplekken.	☐	☐		
8 Stabiliteit in tussenopslag is gewaarborgd. Aandachtspunten: - geparkeerde wandkisten geschoord, - bevestigingspunten voor schoorvoorzieningen.	☐	☐		
9 Hijskraan is geschikt voor het werk. Aandachtspunten: - capaciteit, - zicht op het werk, - communicatiemiddelen.	☐	☐		
10 Werktijden voldoen aan de arbeidstijdenwet Aandachtspunten: - wekelijks onafgebroken rusttijden, - dagelijkse onafgebroken rusttijden, - aanvullende regels bij nachtdiensten.	☐	☐		
Opmerkingen:				

Pagina 23 van 23