

MASTER

**HoogbouwPro
een flexibel hoogbouwproductiesysteem**

de Kruyff, S.W.

Award date:
2004

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

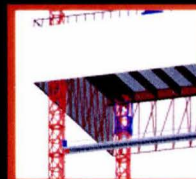
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

ARR
2004
BWK

3303

HOOGBOUW *Pro*



AFSTUDEERRAPPORT

S.W. DE KRUYFF

HOOGBOUW*Pro*

een flexibel hoogbouwproductiesysteem

Eindhoven, September 2004

S.W. de Kruyff

Studentnr. 465590

Faculteit Bouwkunde, afstudeerrichting Uitvoeringstechniek
Technische Universiteit Eindhoven

Afstudeercommissie
Ir F.J.M. Van Gassel, TU/e
Prof ir F.J.M. Scheublin, TU/e
W.H. Van Dijk, Ballast Nedam Bouw, speciale projecten

TU/e

 **Ballast Nedam**
Bouw

foto's voorpagina:

- Obayashi Corporation (Japan)
- www.skylinecity.info (03-02-2004)

8-10-2009
F.J.M. Gassel

TEN GELEIDE

Dit rapport is de verslaglegging van een eindstudie voor bouwkundig ingenieur aan de Technische Universiteit Eindhoven. In dit rapport voorkomende conclusies, resultaten en dergelijke kunnen verdergaand onderzoek vereisen alvorens deze voor extern gebruik geschikt zijn. Het dient daarom als intern rapport beschouwd te worden, dat niet zonder toestemming van de auteur of de faculteit voor externe doeleinden gebruikt mag worden.

Technische Universiteit Eindhoven
Faculteit Bouwkunde
Afstudeerrichting Uitvoeringstechniek

VOORWOORD

Voor U ligt het eindrapport van het afstudeertraject van de afstudeerrichting Uitvoeringstechniek, onderdeel van de faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven. In dit rapport wordt het Big Canopy bouwsysteem vergeleken met het bouwsysteem van de woontoren van Westpoint. Daarna is er een herontwerp ontwikkeld: HoogbouwPro.

Als U geïnteresseerd bent in project Westpoint, dan beveel ik U hoofdstuk 3 aan. In hoofdstuk 4 wordt het Big Canopy bouwsysteem omschreven. Het onderzoek geeft de verschillen tussen de bouwsystemen weer (hoofdstuk 6). Daaruit wordt een herontwerp ontwikkeld. HoogbouwPro wordt weergegeven in hoofdstuk 8 en in de bijgevoegde brochure.

Mijn dank gaat uit naar iedereen die het mogelijk heeft gemaakt om tot dit eindresultaat te komen. Bijzondere dank gaat uit naar de afstudeercommissie bestaande uit: F.J.M. van Gassel, F.J.M. Scheublin en W.H. van Dijk voor de begeleiding gedurende het afstudeerproces en het ter beschikking stellen van hun vakkennis.

Eindhoven, september 2004

Simon de Kruyff

INHOUD

Voorwoord	II
Samenvatting	IV
1 Inleiding	5
2 Onderzoeksveld	6
3 Westpoint	8
3.1 Algemene gegevens	8
3.2 Bouwsysteem	8
4 Big Canopy	10
4.1 Japanse hoogbouwsystemen	10
4.2 Kenmerken Big Canopy bouwsysteem	11
5 Onderzoeksontwerp	13
<i>Doelstelling</i>	13
<i>Probleemstelling</i>	13
6 Onderzoekresultaten	15
6.1 Onderzoeksvraag 1	15
6.2 Onderzoeksvraag 2	20
6.3 Onderzoeksvraag 3	23
6.4 Onderzoeksvraag 4	25
7 Conclusies	28
7.1 Bouwtijd	28
7.2 Kosten	28
7.3 Arbeidsomstandigheden	28
7.4 Terreininrichting	28
8 HoogbouwPro	29
8.1 Analyse	29
8.2 Bouwmethode	29
8.3 Investering	30
8.4 Programma van Eisen	31
8.5 Onderdelen	31
8.6 Terugkoppeling Westpoint	34
9 Aanbevelingen	35
Referenties	36
Bronvermelding	37
Bijlagen	V

SAMENVATTING

In de loop van de jaren '80 had de bouw in Japan een aantal problemen. De bouwgrond met daarbij behorende bouwplaats werd steeds schaarser. Het aantal bouwplaatsmedewerkers liep snel naar beneden en de bouw had een negatief imago. Mede door die redenen zijn een aantal bouwondernemingen gestart met de ontwikkeling van gemechaniseerde bouwsystemen voor hoogbouw. Er werden allerlei systemen bedacht zoals lift-up systemen, hijsloodsen en jack-block systemen.

In Nederland is het percentage hoogbouw de afgelopen jaren ook sterk gestegen. Vooralsnog zijn er weinig van de technieken van de hoogbouwsystemen uit Japan naar ons overgewaaid. Het is verstandig om te kijken of een dergelijk systeem in Nederland kans van slagen heeft.

In februari 2004 heeft in Tilburg de woontoren van Westpoint de eerste oplevering gehad. Ballast Nedam bouwde deze 142m. hoge woontoren met behulp van één torenkraan. Het casco werd voor het grootste deel opgebouwd uit in het werk gestort beton in tunnelkisten. Er werd gestort met een betonpomp vanuit de liftkern. De betonverdeelgiek beschikte over een zwenkmechanisme waardoor het mogelijk werd de tunnelkisten over de verdieping te laten rijden. Een zelfklimsteiger in combinatie met uitrijsteigers omsloot de bouwplaats op de verdieping.

Op Westpoint wordt een vergelijking getrokken met een Japans bouwsysteem voor hoogbouw. Na een afgewogen keuze tussen de verschillende bouwsystemen lijkt het Big Canopy bouwsysteem de meest realistische keuze. Het Big Canopy bouwsysteem is opgebouwd uit een viertal masten welke los staan van het gebouw. Deze masten ondersteunen het constructiedak. Onder dit dak bevinden zich een drietal bovenloopkranen welke de taak overnemen van de 'traditionele' torenkraan. Het verticale transport van materiaal wordt opgevangen door een constructielift welke langs de gevel loopt. Door een klimmechanisme klimt het dak over de masten omhoog. De masten worden opgehoogd door een kraantje op het constructiedak.

Doelstelling:

Het ontwikkelen van een hoogbouwproductiesysteem met de basis kenmerken van Big Canopy welke toepasbaar is voor verschillende bouwmethoden

Het bestaande bouwsysteem van Westpoint en het Big Canopy bouwsysteem worden met elkaar vergeleken.

Probleemstelling:

Hoe veranderen de uitvoeringsaspecten als Westpoint wordt gebouwd d.m.v. het Big Canopy bouwsysteem?

De uitvoeringsaspecten bouwtijd, kosten, arbeidsomstandigheden en terreininrichting worden onder de loep genomen. De conclusies luiden als volgt:

~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint kan er een bouwtijdverkortening optreden van 65 werkdagen ten opzichte van de toepassing van het bestaande

bouwsysteem. Dit is een bouwtijdreductie van 13%.

~ Het antwoordt op de vraag: 'Wat zijn de verschillen in kosten van Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?' luidt: Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij project Westpoint in plaats van het bestaande bouwsysteem levert een kostenreductie op van € 312.777. Dat is een kostenbesparing van 0,9% op de totale bouwsom.

~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint wijzigen de arbeidsomstandigheden op het gebied van weersomstandigheden, risico's door hijsbewegingen, risico's door personeelsbezetting en richtlijnen voor het klimmen van de hijsinstallatie ten opzichte van de toepassing van het bestaande bouwsysteem.

~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint wijzigt de indeling van het bouwterrein, maar de oppervlakte van het bouwterrein blijft ongewijzigd, ten opzichte van het bestaande bouwsysteem.

Na afronding van het onderzoek worden er een aantal aanvullende eisen opgesteld voor de aanpassing van het Big Canopy bouwsysteem naar een herontwerp: **HOOGBOUWPro**: een flexibel hoogbouwproductiesysteem. Deze aanvullende eisen zijn:

- ~ Optimale benutting materieel: onderdelen hijsinstallatie gebruiken voor de totale ruwbouw en de totale afbouw;
- ~ Geïntegreerde ontmanteling hijsinstallatie: zo min mogelijk extra inzet materieel;
- ~ Weersinvloeden uitsluiten: neerslag, wind en vorst mogen zo min mogelijk verlet veroorzaken;
- ~ Flexibiliteit bouwmethode: het hoogbouwproductiesysteem moet toepasbaar zijn op verschillende bouwmethodes.
- ~ een bouwtijdreductie van minimaal 20% ten opzichte van een 'traditioneel' bouwsysteem.

Deze eisen worden ingevuld door een aantal aanpassingen. De overkapping wordt verder uitgebreid. Op deze wijze wordt de bouwplaats op de verdieping omsloten. De weersinvloeden worden tot het minimum teruggebracht. Op het constructiedak worden twee topkranen gezet welke zich over rails kunnen bewegen. Zij toppen de masten op en ontmantelen het constructiedak voor een groot deel. De gevels worden afgewerkt met behulp van transportsteigers welke zijn ingeklemd tussen de masten van de hijsinstallatie. Hiervoor zijn geen extra verankeringen nodig. Met name door de vermindering van weersinvloeden kan er een bouwtijdverkortening optreden van ruim 20%.

Bij dit rapport is een brochure opgesteld waarin **HOOGBOUWPro** wordt omschreven. **HOOGBOUWPro** is een snel, goedkoop, veilig en kwalitatief hoogstaand alternatief voor de uitvoering van hoogbouw. Deze brochure dient als productblad van het bouwsysteem.

Voor vervolgonderzoek wordt er verwezen naar het toepassen van de vergelijking op meerdere projecten, voor verschillende bouwmethoden of met verschillende bouwsystemen. Ook een uitgebreid marktonderzoek is gewenst om inzicht te krijgen in de haalbaarheid van de investering.

1 INLEIDING

In de Jaren '80 zijn er in Japan ontwikkelingen gestart op het gebied van gemechaniseerde bouwsystemen voor hoogbouw. Deze ontwikkelingen zijn nog nauwelijks naar Nederland overgewaaid. Het wordt eens tijd om hiernaar te kijken. Het Big Canopy bouwsysteem wordt eruit gelicht en vergeleken met een Nederlands hoogbouwproject.

De woontoren van Westpoint is object van onderzoek. Het doel van dit onderzoek is het achterhalen wat de verschillen zijn tussen het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem van Westpoint. De uitvoeringsaspecten bouwtijd, kosten, arbeidsomstandigheden en bouwplaatsinrichting zijn de onderzoekseenheden. Vervolgens zal er een herontwikkeling van het bouwsysteem plaatsvinden door aanpassingen van het Big Canopy bouwsysteem. Dit herontwerp is een flexibel hoogbouwproductiesysteem:

HOOGBOUWPro

Dit rapport start met een inleidende tekst over het onderzoeksveld. Dan komt project Westpoint en de Japanse hoogbouwsystemen aan bod. Hoofdstukken 5 t/m 7 bevatten het onderzoek om de verschillen tussen de twee bouwsystemen naar voren te krijgen. Vervolgens wordt het herontwerp verantwoord in hoofdstuk '8 HOOGBOUWPro'.

2 ONDERZOEKSVELD

De bouwnijverheid is een bedrijfstak die relatief weinig investeert in de ontwikkeling van nieuwe technieken ten opzichte van bijvoorbeeld de industrie of de IT. Dit komt mede door de zeer grote investeringen die daarmee gepaard gaan. Men ontwikkelt wel eens nieuwe technieken, maar het duurt lang voordat er op grote schaal gebruik van wordt gemaakt. De bouw is vaak een regionale aangelegenheid. In de loop van de jaren wordt er door bouwbedrijven in steeds groter gebied gebouwd. Ook de wetgeving (bijvoorbeeld de Europese aanbesteding bij omvangrijke projecten) helpt daarbij een handje mee. Er wordt nog maar weinig over de grenzen gekeken. Over die grenzen, met name Oost-Azië, wordt er veel geïnvesteerd in ontwikkeling van nieuwe methoden en technieken om een bouwwerk sneller, beter, goedkoper en veiliger neer te zetten. Ook in Nederland zijn die ontwikkelingen gaande, maar zij komen later op gang en zijn minder sterk. [13]

Japan

Een goed voorbeeld is Japan. Door de zeer dichtbevolkte gebieden in de steden en de gigantisch hoge grondprijzen die daarmee gepaard gaan, zijn de Japanners genoodzaakt de hoogte in te gaan met hun gebouwen. Dit doen zij reeds decennia lang. Moderne technieken moesten worden ontwikkeld omdat veel steden in aardbevingsgevoelige gebieden liggen. De kwaliteit van het gebouw moet hoog zijn omdat de gebruiker steeds hogere eisen stelt aan een gebouw op het gebied van comfort, functionaliteit en aanzien. [11] De grootste problemen kwamen naar voren bij de realisatie van deze gebouwen. De bouw had een negatief imago. Een schone, veilige werkomgeving was een vereiste. Het aantal werknemers liep namelijk drastisch naar beneden. In de druk bebouwde gebieden is maar weinig bouwplaats voor handen. Door de hoge kosten is het gewenst om snel te bouwen met behoud van kwaliteit. Er worden technieken ontwikkeld waar slechts weinig mankracht bij nodig is. De arbeidsomstandigheden worden verbeterd. De Japanse bouwondernemingen willen graag totale procesbeheersing bewerkstelligen, mede veroorzaakt door een beheerst bouwproces. Gemechaniseerde processen worden steeds meer gebruikelijk. Ook de computer is op de bouwplaats niet meer weg te denken. Een nieuw type *bouwproductiesysteem* is ontstaan. [20]

Hoogbouwproductiesysteem

Eind jaren '80 startten de Japanners een nieuwe ontwikkeling. Zij hadden de oplossing voor het creëren van een beheerst bouwproces. "Mechanisatie" was het sleutelwoord. Een gemechaniseerd bouwsysteem werd ontwikkeld. De grote bouwondernemingen liepen samen voorop in deze ontwikkeling. Zij hadden ieder een eigen vorm van een gemechaniseerd bouwsysteem. Zelfklimmende hijsloodsen, lift-up systemen, tijdelijke werkplateaus en meeklimmende constructiehallen waren het resultaat (afbeelding 01 + 02). Systemen waarbij weersinvloeden werden uitgesloten, goede arbeidsomstandigheden heersten en de logistieke risico's tot een minimum werden teruggebracht. Daardoor had men een beheerst proces gecreëerd waarbij niks meer aan het toeval werd overgelaten. [20]



Afbeelding 01
Roof push up bouwsysteem
van Takenaka Corporation (Jp)

Afbeelding 02
T-up bouwsysteem
van Taisei Corporation



Ir Van Gassel van de TU/e heeft een definitie bepaald voor het begrip bouwproductiesysteem:

"een technische installatie, die bouwdelen assembleert tot een gebouw"

(een installatie in deze betekenis kan worden opgevat als een verzameling van mogelijk samenwerkende mensen, werktuigen, computers en telecommunicatiemiddelen) [3]

In dit rapport wordt hoogbouw behandeld.

Hoogbouwproductiesystemen.

Een technische installatie, die aan de hand van een beheerst logistiek proces, bouwdelen assembleert tot een hoog gebouw.

Ontwikkelingen in Nederland

Doet deze ontwikkeling zich reeds voor in Nederland? De bouw van de Delftse poort (1991), de verplaatsing van het hoofdkantoor van Mammoet (de Bolder, 2001) en de verplaatsing van het kantoor van Unilever Bestfoods (de Brug, 2003) zijn één van de weinige voorbeelden van 'nieuwe' uitvoeringssystemen in Nederland. Deze voorbeelden hebben in ieder geval publiciteit gekregen. In Japan is er reeds gestart in de jaren '80. Lopen we in Nederland achter of benaderen wij de problematiek anders?

De ervaringen met hoogbouw in Nederland zijn nog jong. Slechts enkele grote aannemers hebben een hoogbouwproject in hun portefeuille. Dit zal worden uitgebreid in de aankomende jaren. Ook zal de computer steeds meer worden toegepast op de bouwplaats en zullen veel taken worden gemechaniseerd.

Personeelskosten krijgen een steeds groter aandeel in de bouwkosten. Deze stijgende lijn lijkt de aankomende jaren niet echt af te nemen. Mede door de vergrijzing en het blijvend negatieve imago van de bouwnijverheid loopt het personeelsaanbod achteruit.

Cees van Vliet, algemeen directeur van Arbouw meldt hierover het volgende: '...Aandacht vestigen op de positieve ontwikkelingen binnen de bedrijfstak zal bijdragen aan een positief imago. En een positief imago zal meer jongeren over de streep trekken. Een veilige en gezonde werkomgeving (hulpmiddelen, gezonde producten en een goed beleid) zal er tenslotte voor zorgen dat werknemers langer gezond hun werk kunnen uitvoeren. Dit alles is nodig om een goede toekomst van de bedrijfstak zeker te stellen...' [6]

Hoogbouw

Ook in Nederland wordt de hoogbouwportefeuille steeds groter. De steden worden verdicht en er is steeds minder bouwgrond op toplocaties. Ook het aanzien en het prestige spelen een rol, zowel voor de opdrachtgever alsmede voor de bouwer van een hoogbouwproject. In Nederland is bouwen tot 100 meter hoogte geen probleem meer. Bouwen tot 150 meter hoogte kunnen enkele bouwondernemingen ook nog wel aan. Is deze hoogte nu de grens in Nederland? In de wereld is reeds gebouwd tot een hoogte van 500 meter. In Japan liggen er al plannen klaar voor gebouwen tot 1000 meter hoogte. Dit is wellicht te hoog gegrepen voor de aankomende jaren. In Nederland zit er dus nog een groot gat tussen een hoogte van 150 meter en 500 meter. [32]

Delftse Poort

In 1991 is in Rotterdam het project Delftse Poort opgeleverd. Dit gebouw werd niet alleen bekend doordat het de hoogste in zijn soort was, maar vooral de bouw van het casco van de torens heeft grote aandacht gekregen. Het gebruik van een zelfklimmende hijsloods was een unicum in Nederland. (Zie afbeelding 03) Men was nog niet bekend met een hoge mate van mechanisatie van het bouwproces. Dit systeem heeft uitstekend gewerkt: kostenbesparend, tijdsbesparend, de aannemer was tevreden en de opdrachtgever ook. Ook heeft het geleid tot veel publiciteit. Tot de dag van vandaag is een soortgelijk bouwsysteem in die omvang niet meer toegepast in Nederland. Opmerkelijk, omdat het bij de Delftse Poort goed heeft gewerkt. [17]



Afbeelding 03
Opbouw hijsloods Delftse Poort

Investering

De bouwnijverheid in Nederland heeft een krappe markt. Er wordt gebouwd met een zeer klein winstpercentage. Met slechts enkele procenten van de bouwsom is men al tevreden. Daarbij wordt wel een relatief hoog bouwtempo bereikt t.o.v. andere landen. In de huidige 'traditionele' bouwsystemen die worden toegepast voor hoogbouw zit niet veel rek meer. Deze zijn de afgelopen jaren erg geperfectioneerd. Investerings in materieel moeten vaak een bezettingsgraad hebben van 70% om rendabel te kunnen zijn. Het is meer gewenst om deze investering direct op het eerste project te kunnen afschrijven. [37]

Risico's

De bouw van een woon- of kantoortoren van 150 meter of hoger neemt een omvangrijke investering met zich mee die pas jaren later kan worden afgeschreven. Dit risico kunnen en willen velen niet dragen. Dit risico kan een struikelblok zijn om te gaan beginnen aan hoogbouw van formaat. Het hebben van controle over de risico's in het bouwproces is gewenst. Problemen die vaak voorkomen bij hoogbouwprojecten hebben vaak betrekking op de afhankelijkheid van het weer. Juist op grote hoogte kunnen weersinvloeden het bouwproces in de war gooien. De planning kan niet worden aangehouden, maar het gebouw

Moet wel op tijd worden opgeleverd. Dit kan ten koste gaan aan de kwaliteit van het gebouw of de arbeidsomstandigheden van de werknemers.

Een ander probleem waar een hoge risicofactor in schuilt is de complexe logistiek. Het kan zijn dat men vooraf aan de bouwwerkzaamheden moeilijk kan inschatten wat die risico's inhouden. Kraanplanningen, liftplanningen, vervoer van materieel, materiaal en personen moeten op elkaar worden afgestemd. Door middel van goede logistieke voorbereidingen kunnen de risico's worden beheerst. [10]

Ballast Nedam

Bij 'Ballast Nedam Bouw' opereert men aan de top van het marktsegment. Opzienbarende projecten worden gerealiseerd en ontwikkelingen van omvangrijke aard liggen op de tekentafel. Ook op het gebied van hoogbouw in Nederland spelen zij een belangrijke rol. De Weena toren in Rotterdam, Prinsenhof in Den Haag en de Oval Tower in Amsterdam zijn daar goede voorbeelden van. In het voorjaar van 2004 is de hoogste woontoren van Nederland opgeleverd: Westpoint in Tilburg is een baken in de stad en een fraai staaltje betontechniek op hoogte.

De ontwikkelingsmaatschappij van Ballast Nedam heeft heel wat belangrijke projecten in haar portefeuille. Denk aan de nieuwe groeilocaties rondom de voetbalstadions in Den Haag en Groningen. Het gebied van de Amsterdam Arena (Heineken Music Hall, Pathé en Villa Arca) is voor het grootste deel ontwikkeld en uitgevoerd door Ballast Nedam. [34]

Bij Ballast Nedam is er interesse in hoogbouwproductiesystemen. Zij zouden graag willen weten of bij hun projecten een dergelijk gemechaniseerd bouwsysteem toepasbaar is. Daar zal wel eerst onderzoek naar worden gedaan. Project Westpoint is een geschikt project voor een dergelijke vergelijking. Met haar 142 meter hoogte staat zij goed op de hoogbouwkaart van Nederland.

Er is een vergelijking gemaakt tussen het huidige bouwsysteem van Westpoint en als het gebouwd zou worden met een gemechaniseerd bouwsysteem uit Japan.

Vergelijking

Zoals eerder vermeld staan de bouwers in Japan een stapje voor. Alle grote bouwondernemingen in Japan hebben een gemechaniseerd bouwproductiesysteem voor hoogbouw ontwikkeld. Nu in Nederland ook steeds meer hoogbouw in ontwikkeling komt en we misschien wel aan de start van superhoogbouw (hoger dan 150m.) staan, is het de moeite waard om eens te kijken naar dergelijke hoogbouwproductiesystemen. Is het mogelijk om op een andere wijze te bouwen dan dat 'wij' gewend zijn? Zijn de kosten lager? Is er een snellere oplevering mogelijk? Is het technisch haalbaar? En hoe zit het met de arbeidsomstandigheden? Dit is een greep uit de vragen die beantwoord zullen moeten worden voordat er een ontwikkeling kan worden gestart om 'anders' te bouwen in Nederland.

Om inzicht hierin te verkrijgen is er onderzoek gedaan. In dit rapport wordt een deel van dit onderzoeksveld onder de loep genomen. De woontoren van Westpoint zal als onderzoeksobject dienen. Er is onderzocht of het mogelijk is een gemechaniseerd bouwproductiesysteem uit Japan toe te passen. Om het onderzoek af te bakenen is er één variant uit Japan gekozen om een vergelijking mee te maken.

3 WESTPOINT

Ballast Nedam Bouw, speciale projecten is in februari 2004 gestart met de oplevering van project Westpoint. In dit hoofdstuk wordt de uitvoering van de woontoren omschreven. Bronnen: [34, 35, gesprekken W.H. Van Dijk, hoofd Bouwmethodeken Ballast Nedam Bouw, Speciale Projecten, bezoek bouwplaats 09-09-2003]

3.1 Algemene gegevens

Project: Westpoint, Ringbaan west, Tilburg
 Opdrachtgever: Ballast Nedam
 Aannemer: Ballast Nedam Bouw
 Constructeur: Tielemans, Eindhoven

Hoogte gebouw: 142 m.
 Aantal verdiepingen: 47
 Functie gebouw: wonen, met op deel bg. commerciële functies

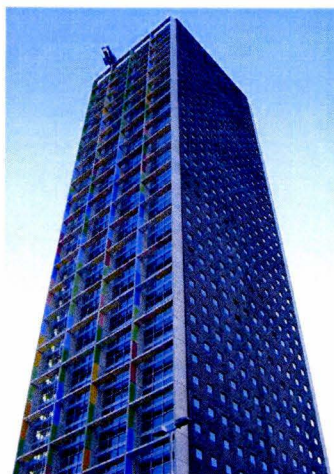
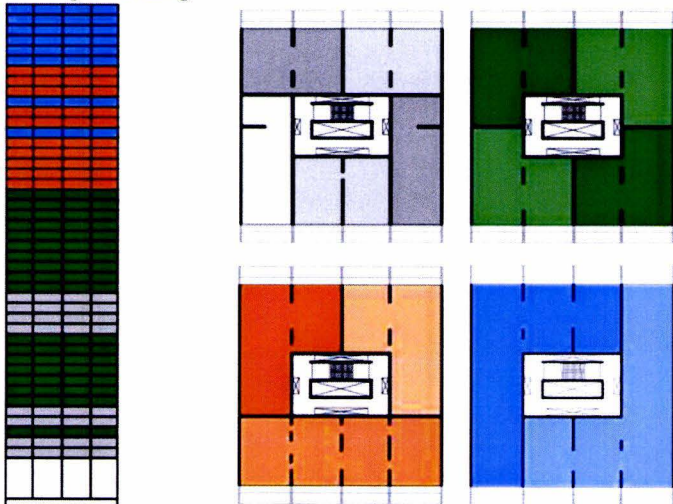
Project Westpoint bestaat uit 3 bouwdelen. Bouwdeel A "Tower" heeft 47 verdiepingen (waarvan 44 woonlagen met daarin 156 appartementen) met een BVO van 41880 m². De overige verdiepingen hebben een entreefunctie of de huisvesting van technische installaties. Bouwdeel B "Wing" heeft 11 verdiepingen (9 woonlagen met daarin 50 appartementen). Ook zijn er 3 commerciële ruimtes met een totale oppervlakte van 775 m². Bouwdeel C "Parking" is opgebouwd uit 4 verdiepingen met in totaal 318 parkeerplaatsen.

Voor het onderzoek, welke in dit rapport staat beschreven, is slechts de bouw van de woontoren relevant. Het gaat immers over de uitvoering van hoogbouw. In dit rapport zal het woord *Westpoint* betrekking hebben op het bouwdeel 'Tower' van het project Westpoint (zie afbeelding 05).

In de toren worden luxe appartementen gerealiseerd. Niet elke verdieping heeft hetzelfde aantal appartementen. In afbeelding 04 is de verkaveling weergegeven.

Op project Westpoint is een projectleider en een hoofduitvoerder aanwezig. Verder zijn de uitvoeringstaken

Woningverkaveling



Afbeelding 05
Foto van de woontoren van Westpoint in januari 2004

verdeeld over een viertal uitvoerders: ruwbouw, afbouw, logistiek en 'Wing'. De werkvoorbereiding is voor het grootste deel aanwezig op de bouwplaats.

3.2 Bouwstelsel

Het bouwstelsel wat wordt toegepast op de toren van Westpoint is gebaseerd op het gebruik van één torenkraan. De torenkraan is voorzien van een klimkooi.

Het casco is opgebouwd uit i.h.w. gestorte betonwanden en prefab beton wanden. Er wordt gebruik gemaakt van een tunnelkist systeem. Met dit systeem kan er een cyclus van 5 werkdagen per vloer worden gehaald. Er wordt gebruik gemaakt van 4 tunnelkisten. Per stort worden 2 kisten volgestort. (Zie afbeelding 06 en 07) Er zijn 4 storten nodig per verdieping.

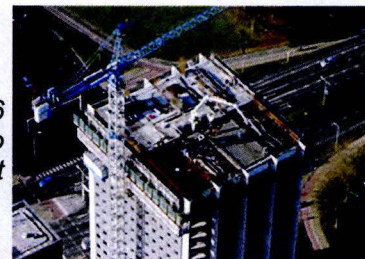
De sluitkist zit vast aan de hefsteiger. Deze hefsteiger is zelfklimmend. De sluitkist klimt daarop mee. Ook de schafteet is bevestigd aan de steiger en klimt mee met het gebouw de hoogte in.

Het storten vindt plaats met behulp van een betonpomp met betonverdeelgiek. De betonverdeelgiek staat precies in het midden van de kern, waar later de lift zal gaan lopen. Doordat de verdeelgiek in de weg zou staan bij het verrijden van de tunnelbekisting is er een systeem ontwikkeld die de verdeelgiek kan laten scharnieren. Het scharnierpunt ligt een verdieping lager. Er kan dan op de werkvloer een uitwijking van ongeveer één meter worden gerealiseerd, zodat de bekisting kan worden verplaatst. Doordat de tunnelkisten kunnen rijden over de verdieping, de sluitkisten zelf klimmend zijn en er gestort wordt met een betonpomp, wordt de torenkraan zoveel mogelijk ontzien.

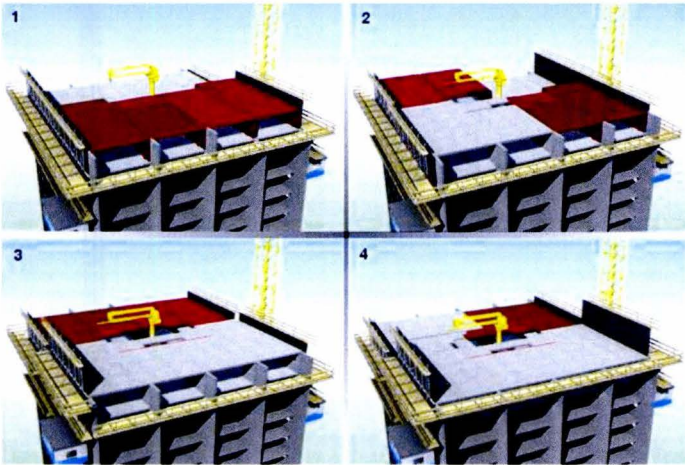
Een deel van de kern wordt opgebouwd uit geprefabriceerd beton evenals de betonnen 'lamellen' aan de kopgevels. Op de 5e dag van de cyclus worden er een aantal naitlende constructieve wanden gestort.

Na de laatste stort van de verdieping worden de tunnelkisten uit de verdieping gereden en een niveau hoger gezet. De sluitkist schuift naar achter en de klimsteiger klimt een verdieping.

Afbeelding 06
Overzichts foto stortproces Westpoint



Afbeelding 04
Woningverkaveling

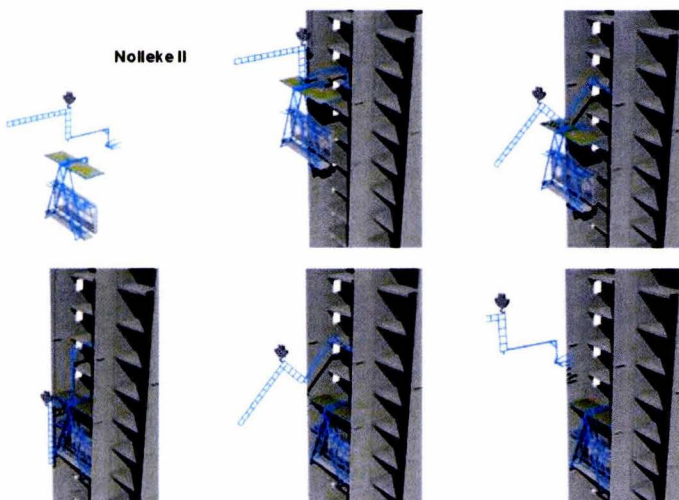


Afbeelding 07
Cyclusopbouw ruwbouw dag 1 t/m 4. Op dag 5 worden de nadjende constructieve wanden gestort en de prefab gevelbeplating geplaatst

De kopgevels worden opgebouwd uit een gestort binnenblad en een geprefabriceerd sandwich betonnen buitenblad.

Voor de langsgevels is een speciale hangsteiger ontwikkeld. Het gaat om de plaatsing van kunstof gevelpuien van buitenaf. Deze worden aan de vloer gehangen en komen boven de onderliggende pui te hangen. Voor de plaatsing is *Nolleke II* ontworpen. Dit systeem is ontwikkeld door de hoofduitvoerder van Westpoint en is toegepast in plaats van een traditionele hefsteiger of hangsteiger.

Het plaatsen van de gevelpuien start vier verdiepingen na de ruwbouw. Met één torenkraan is er onvoldoende capaciteit voor plaatsing van de gevelpuien. Als oplossing is *Nolleke II* ontwikkeld. (Zie afbeelding 08) Het systeem wordt in de kraan gehangen. Met een klem wordt het scharnierpunt aan de vloer bevestigd. De hijskabel hangt nu een aantal meter uit de gevel zodat dat geen problemen oplevert voor bovenliggende randsteiger. Het '*Nolleke* systeem' kan worden gedraaid naar de gevel toe en tijdelijk worden bevestigd aan het casco. De hijskabel kan weer los. In de steiger zijn werkplateaus van twee verdiepingen, verlichting en een dakje. Dit dak heeft als voordeel dat er geen betonresten op de steiger en onderliggende gevel valt.

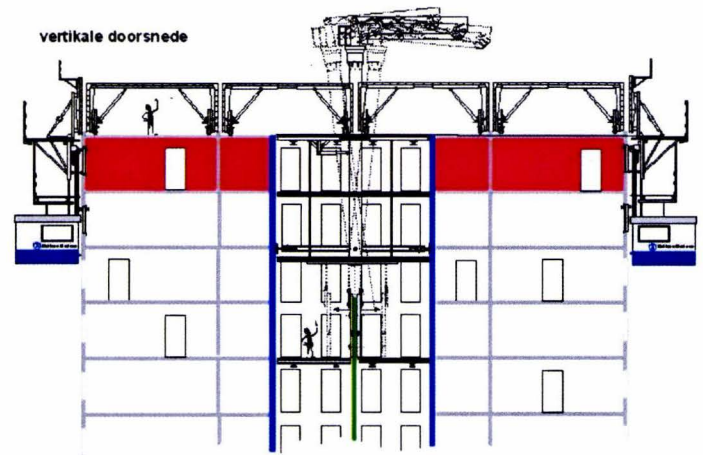


Afbeelding 08
Impressie van het gebruik van het '*Nolleke II*' systeem

Deze betonresten ontstaan door het bovenliggende stortproces.

Binnen het 'steigerhuisje' hangt een mechanische hijsvoorziening. Deze kan de gevelpui op de plaats hangen. Het gehele systeem wordt met de kraan op het tasveld gezet. Een gevelpui wordt door de hijsvoorziening in het steigerhuisje gehangen. Nu transporteert de torenkraan de steiger met de daarin hangende gevelpui naar de betreffende verdieping. Op hoogte kan nu zeer precies het gevelement geplaatst worden. De capaciteit van de torenkraan wordt hierbij minimaal belast. Slechts bij het hijsen van '*Nolleke II*' is de torenkraan nodig.

In het ontwerp van Westpoint zijn er prefab betonnen platen bedacht die dienst doen als zonwering aan de gevel. Deze betonnen platen kunnen ook met '*Nolleke II*' worden geplaatst. Het prefab beton element hangt onder het systeem. Met een geleidebalk kan het element precies op de plaats worden gehangen. Ook de schilder komt nog even langs voordat '*Nolleke II*' twee verdiepingen hoger wordt gehangen. De werknemer staat beschermd en dicht bij de verwerkingsplek. Er zijn geen tijdelijke valbeveiligingen nodig en men werkt op een schone werkvloer. Regen en wind kunnen niet voor problemen zorgen. Door de verlichting kan er vroeg gestart worden en laat geëindigd worden, mocht dit nodig zijn. Doordat dit systeem wordt toegepast is er geen hefsteiger of hangsteiger nodig voor de plaatsing van de gevelementen en de prefab betonnen platen. De reductie van het kraangebruik is ook een groot voordeel bij toepassing van '*Nolleke II*'.



Afbeelding 09
Vertikale doorsnede ruwbouw

In een vroeg stadium zijn de onderste woonlagen reeds wind- en waterdicht. In de puien van de langsgevel is het glas al aangebracht. De sandwich panelen van de kopgevels worden geplaatst met het glas er al in. De verschillende afbouwactiviteiten lopen door en na elkaar. Een goede afstemming van de verschillende onderaannemers is belangrijk om geen stagnatie op te leveren. De afbouw is gestart ongeveer een maand nadat de ruwbouw van de eerste woonlaag is gestart.

De niet dragende binnenwanden zijn opgebouwd uit Ytong gasbetonblokken, die d.m.v. lijmen worden opgebouwd. De appartementen hebben vloerverwarming en gestukadoorde wanden en plafonds.

4 BIG CANOPY

4.1 Japanse hoogbouwsystemen

Gedurende de jaren '80 werden er door de grote Japanse bouwondernemingen bouwsystemen ontwikkeld om efficiënter te kunnen bouwen op het gebied van Hoogbouw. Sterk gemechaniseerde productieprocessen op de bouwplaats moesten worden ontwikkeld met behulp van de nieuwste technieken. De belangrijkste zes bouwsystemen voor hoogbouw zijn hier weergegeven.

ABCS - Obayashi corporation (Jp)

tijdelijk dak
rust op dragende delen van het gebouw
gebruik van bovenloopkranen
weersonafhankelijk bouwen
vertikaal transport intern gebouw



afb. 10

Roof push-up - Takenaka corporation (Jp)

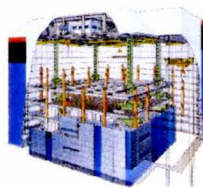
start bouw van bovenste verdieping
bovenste verdieping dient als dak
bouwplaats
bouwplaats lift mee
weersonafhankelijk bouwen
rust op dragende delen gebouw



afb. 11

SMART - Shimizu corporation (Jp)

dak met bovenloopkranen
verticaal transport langs gevel met
bovenloopkraan
rust op dragende delen gebouw
weersonafhankelijk bouwen
na ontmanteling is het dak onderdeel
van gebouw



afb. 12

AMURAD - Kajima corporation (Jp)

bouwactiviteiten op de begane grond
gebouw wordt in het geheel gelift
weersonafhankelijk bouwen
 \pm t/m 12 verdiepingen
gebruik van lichte prefab elementen
zeer kleine bouwplaats



afb. 13

Big Canopy - Obayashi corporation (Jp)

Tijdelijke dak
rust op 4 tijdelijke masten
gebruik van bovenloopkranen
deels weersonafhankelijk bouwen
ontwerpvrijheid gebouw
vertikaal transport via lift buitenzijde



afb. 14

T-up - Taisei corporation (Jp)

Bouwactiviteiten in en onder de *hat*
(deels) weersonafhankelijk bouwen
grote maten prefabricage mogelijk
Rust op dragende delen gebouw



afb. 15

Vergelijking bouwsystemen

In afbeelding 16 worden de bouwsystemen met elkaar vergeleken. Dit wordt weergegeven als een tabel waar een waarde wordt toegekend aan een aantal kenmerken van de bouwsystemen.

kenmerk	bouwsysteem					
	ABCS	Roof-push-up	SMART	AMURAD	Big Canopy	T-up
ontwerpvrijheid	-	-	-	-	+	+
weersonafhankelijk	++	++	++	++	+	+
toepassing beton	-	-	+/-	-	++	+/-
toepassing staal	++	++	++	++	++	++
arbeidsomstandigheden	++	++	++	++	+	+
reductie bouwplaats	+	++	+	++	+	+
reductie arbeiders	+	+	++	++	+	+
reductie bouwtijd	+	+	+	++	+	+

++ zeer positief +/- gemiddeld -- zeer negatief

Afbeelding 16

Vergelijking bouwsystemen [3, 18, 19, 23, 41, 42, 43]

Uit de tabel is goed waar te nemen dat de ontwerpvrijheid vaak een probleem is. De kenmerken arbeidsomstandigheden en de toepassing van staal scoren bij alle systemen hoog.

Bij de bouw van Westpoint spelen alle in de tabel genoemde kenmerken ook een rol. Om een evenwichtige keuze te maken zullen een aantal kenmerken zwaarder wegen bij project Westpoint.

Om een goede vergelijking tussen een hoogbouwproductiesysteem en het bestaande bouwsysteem te maken, zullen er geen wijzigingen aan het ontwerp worden gemaakt. Omdat de ruwbouw voornamelijk uit een betonconstructie is opgebouwd, komen de systemen *Big Canopy* en in mindere mate *SMART* en *T-up* in aanmerking. De reductie van de bouwplaats is geen zware factor. Er is namelijk wel een (kleine) bouwplaats voorhanden. Het systeem *AMURAD* is geen optie voor een vergelijking. De reden hiervoor is dat dit systeem tot hoogstens 15 verdiepingen (ongeveer 40 meter hoogte) kan bouwen. Westpoint heeft 47 verdiepingen (ongeveer 142 meter hoogte).

De toepassing van beton is bij een aantal systemen een probleem. Bij deze productiesystemen rust de technische installatie van het bouwsysteem namelijk op de constructie van het gebouw. Door de uithardingstijd van het beton kan er stagnatie optreden. De (tijdelijke) hulpconstructie kan dan niet naar een ander niveau worden gelift. Bij het *Big Canopy* bouwsysteem is dit niet van toepassing. De tijdelijke hulpconstructie staat voor het grootste deel los van het gebouw en rust op het maaiveld.

Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat het systeem van Obayashi Corporation: *Big Canopy* het meest in aanmerking komt voor toepassing bij Westpoint. Het ontwerp van Westpoint kan namelijk onveranderd blijven door de ontwerpvrijheid die het systeem met zich

meebrengt. Ook is dit systeem het meest geschikt bij toepassing van een betonconstructie.

4.2 Kenmerken Big Canopy bouwsysteem

Om de bouwkosten van hoogbouw met een betonconstructie te verminderen is er begin '90 jaren in Japan een ontwikkeling gestart. Het Big Canopy bouwsysteem was het resultaat. In 1995 werd het systeem voor het eerst toegepast bij een project van 26 verdiepingen in Tokio. Een aantal belangrijke kenmerken van het systeem zijn: 1) een synchroon klimmend tijdelijk dak bestand tegen regen en zon. 2) een parallel materiaal transport systeem. 3) prefabricage en standaardisatie van de bouwmaterialen. 4) materiaal management systeem. [23]

Historie

Obayashi Corporation had een aantal doelen voor ogen wanneer men is gestart met de ontwikkeling van de productiesystemen. Men wilde de productiviteit verhogen, een gecontroleerde kwaliteit en voortgang bewaken, de bouwtijd verkorten en een kostenbesparing bewerkstelligen. Men is met de ontwikkelingen gestart in 1979. Tien jaar later kwam daar het ABCS systeem uit. Dit systeem heeft dezelfde doelen als het systeem van Big Canopy. Toch voldeed het ABCS systeem niet voldoende voor een betonconstructie. Het Big Canopy bouwsysteem is ontwikkeld voor een betonconstructie, met name voor geprefabriceerde betonelementen. Het ABCS systeem is gebaseerd op een constructie van staal. Er zijn nog meer verschillen tussen de systemen.

Bij betonconstructies zijn veel arbeiders nodig en is een verhoging van de efficiëntie, afgezet tegen de kosten van een tijdelijke constructie, voordelig. Bij een staalconstructie kan het niet veel efficiënter. Bij een betonconstructie heb je te maken met uithardingstijd. De tijdelijke constructie van het ABCS systeem rust op de constructie van het gebouw. Dit zou stagnatie kunnen opleveren. [23]

In 1994 wilde Obayashi Corporation een dergelijk systeem gaan toepassen bij een geprefabriceerd betonnen appartementencomplex van 26 verdiepingen. Er is toen onderzoek gedaan naar een aantal sterk gemechaniseerde bouwproductie systemen. Uiteindelijk is de huidige Big Canopy bouwsysteem als meest geschikt naar voren gekomen. (zie afbeelding 17) Er waren verschillende redenen voor, maar de belangrijkste was dat het tijdelijke constructiedak los staat van de bouwconstructie. Er was een redelijke mate van ontwerp vrijheid voor het gebouw. [23]



Afbeelding 17
Big Canopy bouwsysteem in gebruik in Tokyo (Jp)

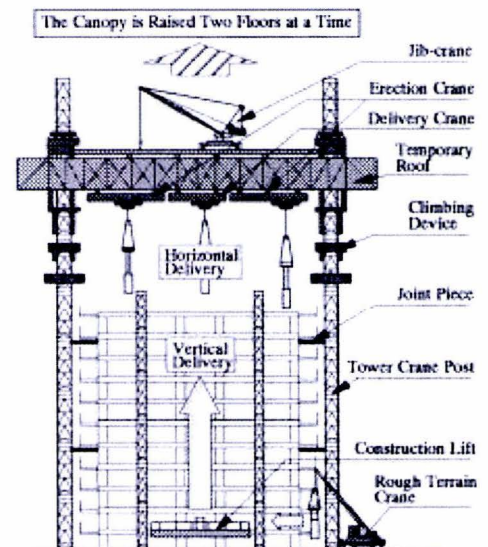
Kenmerken

Vier masten ondersteunen een tijdelijke dakconstructie. Het dak schuift via de masten omhoog. De masten hebben de vorm van masten van torenkranen en zijn op een aantal plaatsen verankerd aan de constructie. Het dak is breed genoeg om bij alle vier de zijden van het gebouw iets uit te steken. Onder het dak hangen bovenloopkranen. De bovenloopkranen zorgen voor een snelle en zeer precieze plaatsing van geprefabriceerde elementen. Er wordt gewerkt met barcodes op de elementen. Een goederenlift loopt langs de gevel. Men bouwt in een cyclus van twee verdiepingen per keer voordat de Canopy wordt gelift. Als de constructie gereed is, wordt het tijdelijke dak ontmanteld. [42]

De fundering wordt 'traditioneel' gebouwd. M.b.v. tijdelijke kranen wordt (een deel van) de fundering gerealiseerd. Er is een aparte fundering nodig voor de vier kraanpoten.

Men start met de bouw van de Canopy. Dit tijdelijke dak wordt geconstrueerd net boven maaiveld. De Canopy wordt opgebouwd uit een staalconstructie. Dit gebeurt m.b.v. mobiele kranen. Onder het tijdelijke dak hangen bovenloopkranen. Deze zijn vanaf de werkvloer met een afstandsbediening te besturen. Vervolgens kan er met de bovenbouw worden gestart. Als er 2 verdiepingen gereed zijn, wordt de constructie gelift. Een schematisch overzicht is weergegeven in afbeelding 18.

Afbeelding 18
Weergave
Big Canopy
bouwsysteem



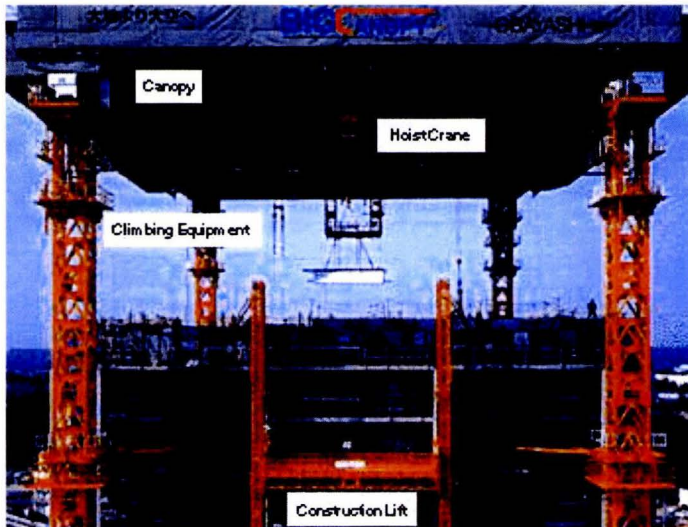
Het verticale transport wordt overgelaten aan een zware constructielift. Dit heeft als voordeel dat er tijdens verticaal transport geen bovenloopkraan nodig is. Deze kan dan worden ingezet voor andere activiteiten. Een ander voordeel is dat er geen geleiding nodig is voor zware elementen die langs de gevel omhoog moeten worden gehesen. Deze staan immers op de lift.

Boven op het dak van de Canopy staat een mobiel kraantje. Deze dient voor het optoppen van de vier masten. Op het maaiveld staat ook een mobiele kraan, welke dient om de constructielift van materiaal te voorzien. Er kan hiervoor ook een vorkheftruck of verreiker worden ingezet. Vaak wordt het materiaal rechtstreeks vanaf de vrachtauto op de constructielift gezet. [23]

Voordelen systeem

1. Hoge productiviteit: de bovenloopkranen werken sneller dan een torenkraan, er is niet een specifieke kraanmachinist nodig, maar meerdere mensen kunnen de bovenloopkraan bedienen. Zo kan er tijdsverspilling worden vermeden.
2. Hoge kwaliteit: Doordat er veel met geprefabriceerde elementen wordt gewerkt is er een hoge kwaliteit van de materialen. Ook het beschermt tegen regen en overmatige zon, bevordert de kwaliteit van het bouwwerk.
3. Korte bouwtijd: Doordat men weinig last heeft van weersinvloeden, veel gebruik maakt van geprefabriceerde elementen en omdat men eerder met de afbouw kan beginnen, zal er een aanzienlijke tijdwinst worden geboekt.
4. Hoge mate van ontwerpvrijheid: de tijdelijke masten staan los van het gebouw. Ze worden slechts op enkele plaatsen verankerd.
5. Goede arbeidsomstandigheden: Men heeft geen last van regen en er is een vermindering van de hitte. Door het relatief eenvoudig gebruik van de bovenloopkranen hoeft men weinig te tillen of te verplaatsen.
6. Verhoogde veiligheid: De compacte werkomgeving zorgt voor een verhoogde veiligheid van de omgeving.
7. Vermindering afval: Door prefabricage wordt het afval verminderd
8. Vermindering van de kosten: Punten 1 t/m 7 zorgen voor een vermindering van de totale bouwsom.

[23]



Afbeelding 19
Big Canopy bouwsysteem

5 ONDERZOEKSONTWERP

Het onderzoek is opgezet als vergelijkend onderzoek. Aan de ene zijde is er het bestaande bouwsysteem van Westpoint en aan de andere zijde het Big Canopy bouwsysteem. Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van de verschillen in uitvoeringsaspecten van de twee bouwsystemen. Afbeelding 20 op de volgende pagina geeft het onderzoeksontwerp schematisch weer.

Doelstelling

Het ontwikkelen van een hoogbouwproductiesysteem met de basis kenmerken van Big Canopy welke toepasbaar is voor verschillende bouwmethoden.

Om tot die ontwikkeling te komen is er onderzoek gedaan naar de verschillen in uitvoeringsaspecten.

Probleemstelling

Hoe veranderen de uitvoeringsaspecten als Westpoint wordt gebouwd d.m.v. het Big Canopy bouwsysteem?

Elke onderzoeksvraag behandelt een uitvoeringsaspect. Deze uitvoeringsaspecten zijn: bouwtijd, kosten, arbeidsomstandigheden en bouwplaatsinrichting. De antwoorden van de vier onderzoeksvragen vormen samen het antwoord op de probleemstelling.

Onderzoeksvraag 1

Hoe verandert de bouwtijd van Westpoint als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast i.p.v. het bestaande bouwsysteem?

- Deelvraag 1.1 Wat is de bouwtijd van Westpoint bij toepassing van het bestaande bouwsysteem?
- Deelvraag 1.2 Wat is de bouwtijd van Westpoint bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem?
- Deelvraag 1.3 Wat zijn de verschillen in bouwtijd van Westpoint tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem?

Onderzoeksvraag 2

Wat zijn de verschillen in kosten van Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?

- Deelvraag 2.1 Wat zijn de kosten van het bestaande bouwsysteem van Westpoint?
- Deelvraag 2.2 Wat zijn de kosten als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast op Westpoint?
- Deelvraag 2.3 Hoe veranderen de kosten als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast op Westpoint i.p.v. het bestaande bouwsysteem?

Onderzoeksvraag 3

Wat zijn de verschillen in arbeidsomstandigheden bij Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?

- Deelvraag 3.1 Hoe zijn de arbeidsomstandigheden bij het bestaande bouwsysteem van Westpoint?
- Deelvraag 3.1 Hoe zijn de arbeidsomstandigheden bij Westpoint als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast?
- Deelvraag 3.3 Hoe veranderen de arbeidsomstandigheden als Westpoint wordt gebouwd d.m.v. het Big Canopy bouwsysteem?

Onderzoeksvraag 4

Wat zijn de verschillen in bouwplaatsinrichting van Westpoint tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem?

- Deelvraag 4.1 Hoe is de bouwplaats van Westpoint ingericht bij het bestaande bouwsysteem?
- Deelvraag 4.2 Hoe is de bouwplaats van Westpoint ingericht bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem?
- Deelvraag 4.3 Wat zijn de verschillen tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem m.b.t. de bouwplaatsinrichting van Westpoint?

Dataverzameling

De gegevens van Westpoint worden beschikbaar gesteld door Ballast Nedam Bouw, Speciale Projecten. De gegevens van het Big Canopy bouwsysteem zijn afkomstig van meerdere bronnen. Deze bronnen zijn weergegeven bij de afzonderlijke onderdelen.

Dit onderzoek is opgezet als een vergelijkend onderzoek. Er worden twee bouwsystemen met elkaar vergeleken waarin project Westpoint centraal staat. De onderzoekseenheden zijn de uitvoeringsaspecten.

Uitvoeringsaspecten

Een uitvoeringsplan is een verzamelnaam voor een aantal deelplannen. Deze deelplannen zijn: Tijd en kosten; Transportplan; Montageplan; Maatbeheersingsplan; Veiligheids- & Gezondheidsplan en Terreinplan. [15]

In al deze deelplannen komen verschillende uitvoeringsaspecten naar voren. Dit zijn de aspecten: kosten, bouwtijd, logistiek, maatbeheersing, montagewijze, arbeidsomstandigheden, bouwplaatsinrichting. Allen hebben betrekking op het uitvoeren van een bouwwerk.

In dit onderzoek worden de volgende uitvoeringsaspecten onderzocht: kosten, bouwtijd, arbeidsomstandigheden en bouwplaatsinrichting. Niet alle uitvoeringsaspecten worden genoemd. Daar zijn de volgende redenen voor:

~ Logistiek: dit is een verzamelnaam voor de planning, uitvoering en controle van de goederenstroom. Logistiek heeft betrekking op alle fasen van het bouwproces.[16] Een vergelijking van de logistiek van twee verschillende bouwsystemen is zeer moeilijk. Logistiek als begrip is niet uit te drukken in uren, euro's of cijfers. Wel hebben de logistieke keuzes betrekking op alle uitvoeringsaspecten. De verschillen tussen de twee bouwsystemen m.b.t. logistiek zijn terug te vinden bij de aspecten: kosten, bouwtijd, arbeidsomstandigheden en bouwplaatsinrichting.

~ Maatbeheersing en Montagewijze: Aspecten van de maatbeheersing en montage zijn sterk afhankelijk van de *bouwmethode* en in mindere mate van het *bouwsysteem* en zijn derhalve niet opgenomen als onderwerp van onderzoek.

Afbakening Bouwsysteem

Bouwmethode

"De bouwmethoden, die wij bij Uitvoeringstechniek als een indeling van de bouwtechniek hanteren, zijn de volgende:

Gietbouw, Stapelbouw, Montagebouw, Assemblage bouw, Schakelbouw." [Visser, M.M.J. ir., 15]

Bij een typering van een *bouwmethode* zijn de bouwstoffen (bouwmaterialen) het uitgangspunt. Hoe en waaruit het bouwwerk wordt opgebouwd bepalen de bouwmethode.

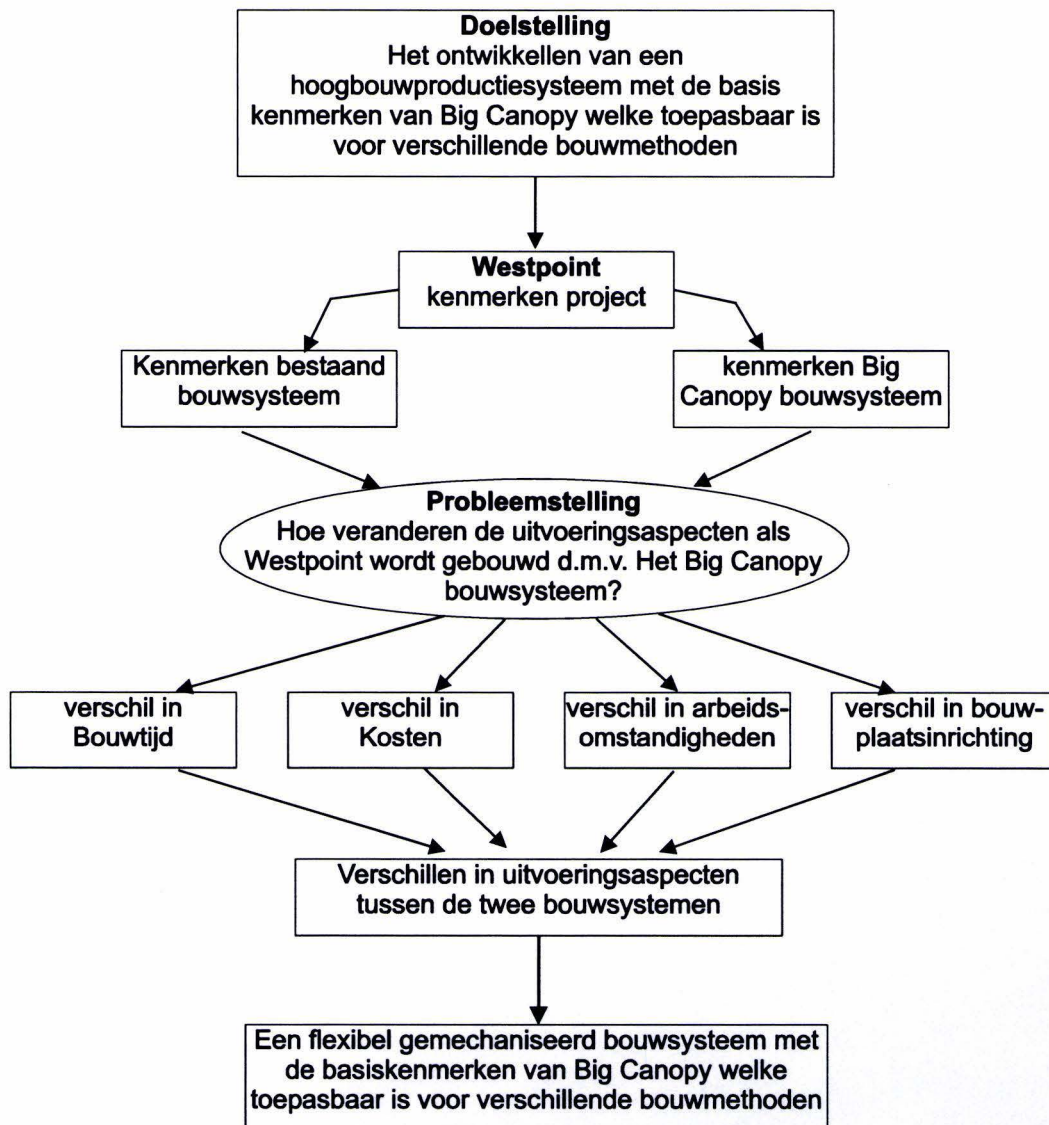
Bouwsysteem

Met welke middelen de bouwmethode wordt verwezenlijkt typeert het *bouwsysteem*. Dit is de uitvoeringswijze van de bouwmethode. Een bouwsysteem kan ook wel productiesysteem worden genoemd. In dit onderzoek worden de *bouwsystemen* met elkaar vergeleken. De *bouwmethode* blijft ongewijzigd.

Verschillen

Een voorbeeld ter verduidelijking: Bij de *bouwmethode* gietbouw wordt het casco van een bouwwerk opgebouwd uit in het werk gestorte bouwdelen. Dit gebeurt m.b.v. bekisting op de bouwplaats die wordt volgestort met beton. Of het storten plaatsvindt met een kubel welke in een torenkraan hangt of het vindt plaats door een betonpomp, is een typering voor het *bouwsysteem*.

In dit onderzoek worden de bouwsystemen vergeleken. De bouwmethode blijft hetzelfde, slechts de middelen veranderen.



Afbeelding 20
Schema onderzoeksontwerp

6 ONDERZOEKSRESULTATEN

Er zal antwoord worden gegeven op de probleemstelling uit het onderzoeksontwerp. De uitvoeringsaspecten zijn de onderzoekseenheden.

6.1 Onderzoeksvraag 1

Hoe verandert de bouwtijd van Westpoint als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast i.p.v. het bestaande bouwsysteem?

Bouwtijd

Hier wordt een vergelijking gecreëerd tussen de overall planning van het bestaande bouwsysteem en die van het Big Canopy bouwsysteem. De bouwtijd is hier de tijdsduur van de verschillende fasen van de uitvoering. Deze fasen zijn weergegeven in tabel 1.

Alleen de werkdelen waarbij het aantal werkdagen (doorlooptijd) wijzigt bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem zijn relevant voor dit onderzoek.

Deelvraag 1.1

Wat is de bouwtijd van Westpoint bij toepassing van het bestaande bouwsysteem?

De start van de bouw van de woontoren is op: 07-06-2001. De oplevering van de woontoren is op: 12-02-2004. Uit de prognoseschaal is op te maken dat dit 484 werkdagen in beslag neemt

Met behulp van het overallschema van 29 oktober 2001 is een tabel (tabel 1) opgesteld waarin de doorlooptijd per werkdeel is weergegeven. [26]

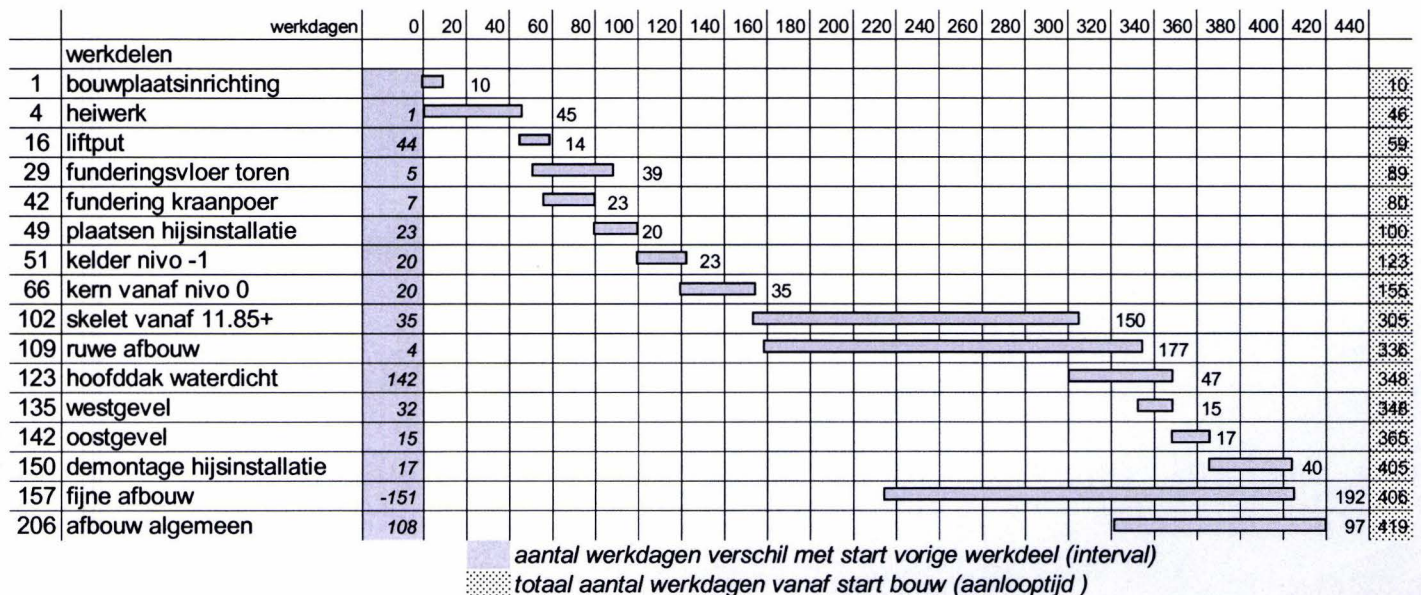
nr. werkdelen		doorlooptijd
		Werkdagen
1	bouwplaatsinrichting	10
4	heiwerk	45
16	liftput	14
29	funderingsvloer toren	39
42	fundering kraanpoer	20
51	kelder nivo -1	23
68	wanden vanaf nivo 0	33
82	kolommen vanaf nivo 0	12
88	randbalken vanaf nivo 0	32
102	skelet vanaf 11.85+	266
109	ruwe afbouw	277
123	Hoofddak waterdicht	47
135	Westgevel	15
142	Oostgevel	17
150	Afvoeren torenkraan	5
157	fijne afbouw	239
206	afbouw algemeen	97

Tabel 1
Doorlooptijden werkdelen woontoren Westpoint

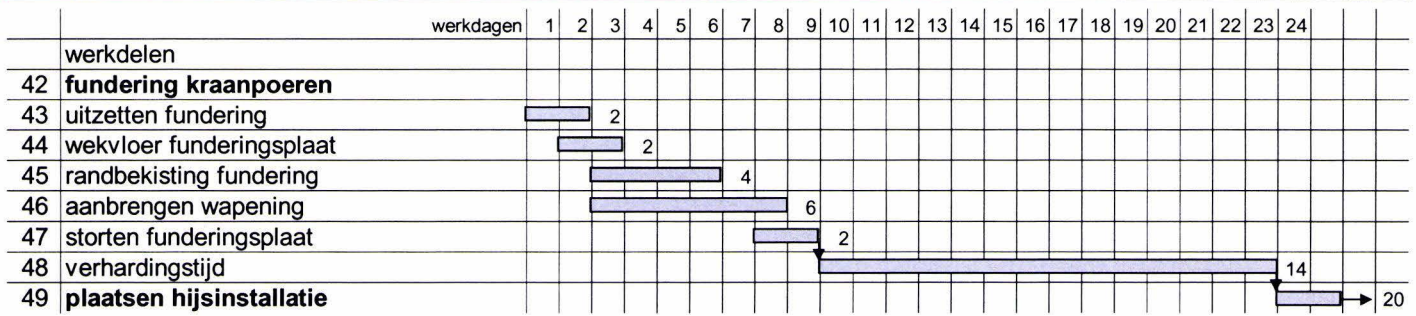
Deelvraag 1.2

Wat is de bouwtijd van Westpoint bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem?

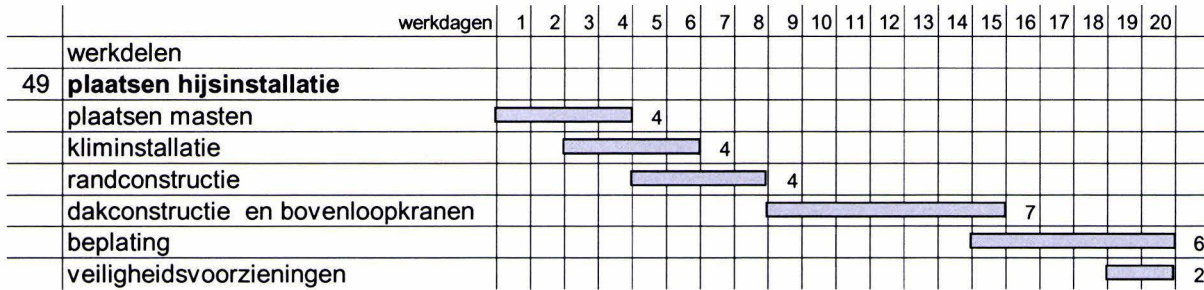
De overallplanning wordt weergegeven in afbeelding 21. Niet alle fasen van het uitvoeringsproces zijn verschillend van tijdsduur. De werkdelen die wijzigen worden er uit getild en vervolgens in deze paragraaf gedetailleerd weergegeven in strokenschema's.



Afbeelding 21
Overallplanning Westpoint bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem



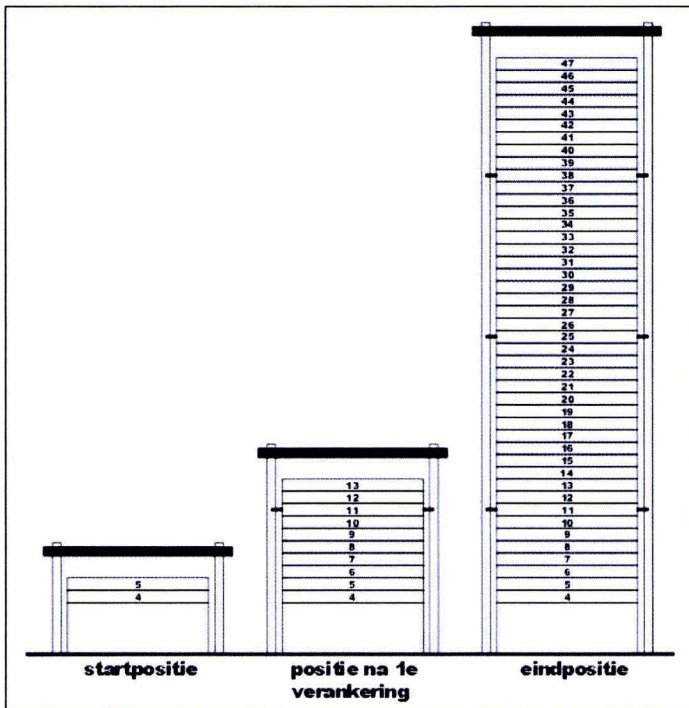
Afbeelding 22
Deel strokenschema werkdeel 42 t/m 48, doorlooptijden per werkdeel zijn weergegeven achter de stroken



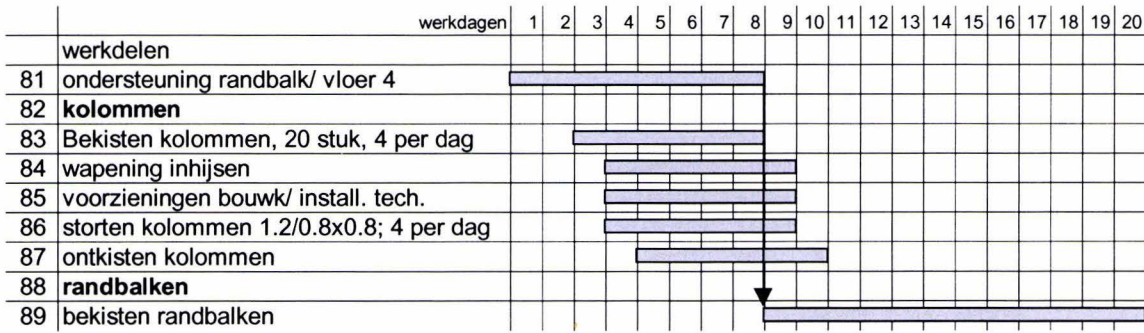
Afbeelding 23
Deel strokenschema werkdeel 49: de opbouw van de hijsinstallatie

(42) fundering kraanpoer
Doorlooptijd: 23 werkdagen (zie afbeelding 22)
Er zijn een viertal 'kraanpoeren' nodig t.b.v. de vier masten van de hijsinstallatie. Bovenzijde fundering ligt op maaiveld.

(49) plaatsen hijsinstallatie
Doorlooptijd: 20 werkdagen
Dit werkdeel kan starten nadat de fundering van de kraanpoeren is uitgehard (48 verhardingstijd). De opbouw van de hijsinstallatie moet gereed zijn voordat werkdeel 68 wanden start. Zie afbeelding 23.
De hijsinstallatie wordt opgebouwd zodat de ruwbouw t/m nivo 5 kan worden gerealiseerd. De onderzijde van het constructiedak moet zich minimaal 5 meter boven de bebouwing bevinden. De onderzijde van het constructiedak bevindt zich op p+ 23 m. bij de start van de ingebruikname van de hijsinstallatie. Nadat de ruwbouw van twee verdiepingen is gerealiseerd klimt het dak 5,9 m. In totaal zullen er 21 klimbewegingen zijn tijdens het gebruik van de hijsinstallatie. Op verdieping 11, 25 en 38 worden de masten verankerd aan het gebouw. Zie afbeelding 24.



Afbeelding 24
Schematisch aanzicht Westpoint met de hijsinstallatie.
Verankerings verdieping 11, 25, 38



Afbeelding 25
Deel strokenschema werkdeel kern vanaf nivo 0

(66) kern vanaf nivo 0
Doorlooptijd: 35 werkdagen
Vanaf werkdeel 66. Kern vanaf nivo 0 is de hijsinstallatie in gebruik. In afbeelding 25 wordt een deel van het strokenschema weergegeven. De kritieke lijn volgt: einde werkdeel 81 = start werkdeel 89.

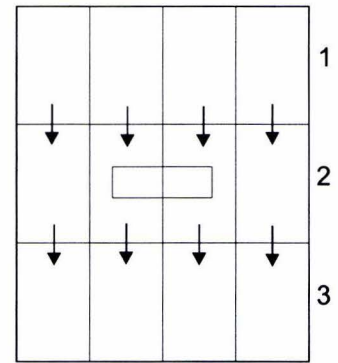
(102) skelet vanaf 11.85+
Doorlooptijd: 150 werkdagen

De cyclustijd verdiepingsvloer vanaf nivo 4 (11,85+) is onderdeel van werkdeel 105 en is maatgevend voor de totale tijdsduur van werkdeel 102.

(105) wanden + vloeren (tunnel): 145 werkdagen
Cyclus van 3 werkdagen per verdieping. Afbeelding 26 geeft een illustratie weer van de ruwbouw op de verdieping en afbeelding 27 geeft een deel van het strokenschema weer van één ruwbouw cyclus.
Een verdieping wordt in drie keer gestort. De tunnelbekisting rolt over de verdieping. De tunnelbekisting bestaat uit segmenten van 4,8m diepte.
Het uitklimmen van de hijsinstallatie zal plaatsvinden buiten werktijden en wordt derhalve niet meegenomen in de planning.

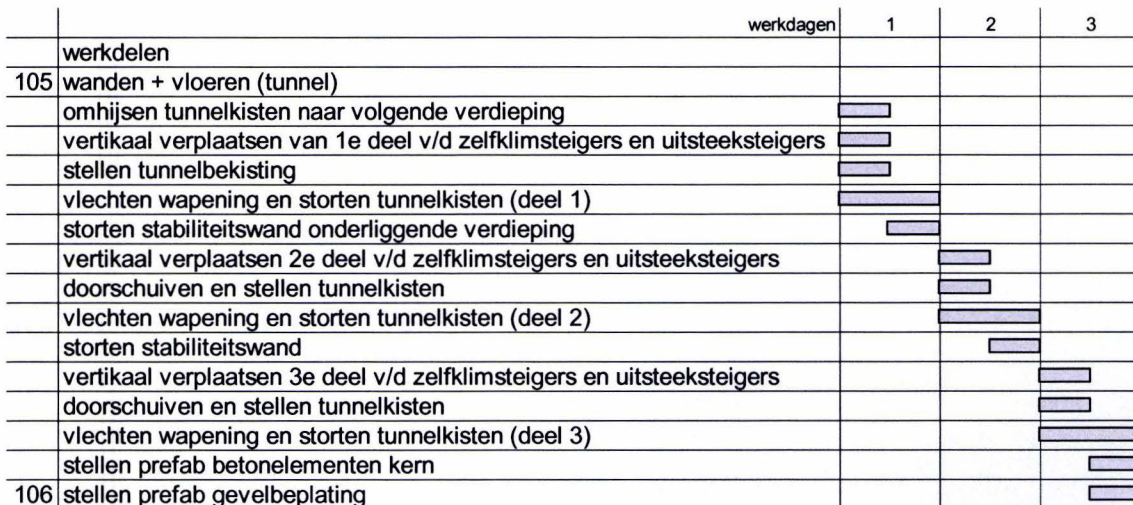
De prefab gevelbeplating wordt geplaatst op de 3e dag van de cyclus. 2 Dagen nadat de cyclus is begonnen wordt er gestart met de plaatsing van de prefab trap en lifthal. (zie afbeelding 28)

Afbeelding 26
Schematische weergave verdieping. Er wordt in 3 delen gestort. De pijlen geven de verplaatsingen van de tunnebekisting aan.



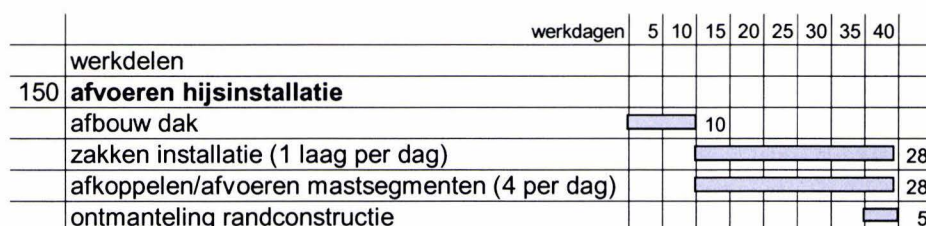
werkdelen	werkdagen	20	40	60	80	100	120	140	160
102 skelet vanaf 11.85+									
103 uitklimmen hijsinstallatie	nvt								
104 maatvoering tbv tunnel	0	1							
105 wanden + vloeren (tunnel)	+1								145
106 prefab gevelbeplating	+3								145
107 prefab trap lifthal	+6								144

Afbeelding 28
Deel strokenschema ruwbouw vanaf nivo 10,85+



Afbeelding 27
Deel strokenschema werkdeel (105) wanden + vloeren

Afbeelding 29
Deel strokenschema (150) afvoeren
hijsinstallatie



(109) ruwe afbouw

Doorlooptijd: 177 werkdagen

Het werkdeel 109 ruwe afbouw start met 110 Betonafwerking + vooropperen. Men start van werkdeel 110 op de 3e dag van de 2e cyclus van de ruwbouw.

De aluminium puien aan de kopgevels worden geplaatst m.b.v. het 'Nolleke' systeem. Deze wordt op de plaats gehangen door de bovenloopkranen. De overige ruwe afbouwmaterialen worden naar de verdieping gebracht m.b.v. de hefsteiger.

(150) afvoeren hijsinstallatie

Doorlooptijd: 40 werkdagen

Einde 148. Demontage heftsteiger = start 150. Afvoeren hijsinstallatie. In 10 dagen wordt er door het kraantje op het constructiedak het middelste deel van de dakconstructie ontmanteld. Per werkdag zakt de randconstructie en wordt één laag mastsegmenten verwijderd en afgevoerd. De randconstructie wordt volledig ontmanteld op het maaiveld. Zie afbeelding 29 voor het strokenschema.

(157) fijne afbouw

Doorlooptijd: 192 werkdagen

De fijne afbouw start nadat de ruwbouw van 20e verdieping gereed is en een waterdichte tussenlaag is aangebracht op de 18e verdieping. Er wordt gewerkt in een tempo van 218 m² BVO/dag.

(NOTE: Een afbouwtempo van 218 m² BVO/dag is mogelijk met de huidige logistieke mogelijkheden. Het maximale afbouwtempo in deze situatie is 250 m² BVO/dag. Met deze versnelling kan dat een extra reductie van 4% van de bouwtijd opleveren. Er zullen dan wel extra maatregelen moeten worden genomen m.b.t. vertikaal transport, logistiek management en materiaal opslag.)

Deelvraag 1.3

Wat zijn de verschillen in de planning van Westpoint tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem?

De woontoren van Westpoint is in 484 werkdagen gebouwd, bij het bestaande bouwsysteem. Dit is de tijdsduur vanaf de start van de werkzaamheden t/m de oplevering. Als men het Big Canopy bouwsysteem toepast, is de tijdsduur vanaf de start van de werkzaamheden t/m de oplevering 419 werkdagen. In totaal is er een verschil in bouwtijd van 65 werkdagen. In tabel 2 zijn de verschillen weergegeven per werkdeel. Vervolgens zijn de gewijzigde werkdelen gedetailleerder omschreven.

(42) fundering kraanpoer

In tegenstelling tot de huidige methode ligt de bovenzijde van de fundering van de kraanpoeren van de hijsinstallatie op maaiveld niveau. Bij het bestaande bouwsysteem is onder werkdeel 42 fundering kraanpoer de plaatsing en keuring torenkraan opgenomen (49). Bij het Big Canopy bouwsysteem komt deze te vervallen. Daar voor in de plaats komt er werkdeel 49 plaatsen hijsinstallatie.

(102) skelet vanaf 11.85+

Maatgevend binnen werkdeel 102 skelet vanaf 11.85+ is werkdeel 105 wanden en vloeren (tunnel). De tijdsduur van dit werkdeel is gebaseerd op de cyclustijd van de verdiepingsvloer vanaf nivo 4 (11,85+).

nr.	Werkdeel	Doorlooptijd bestaand	Doorlooptijd Big Canopy	verschil
1	bouwplaatsinrichting	10	10	-
4	heiwerk	45	45	-
16	liftput	14	14	-
29	funderingsvloer toren	39	39	-
42	fundering kraanpoer	20	23	+ 3
49	plaatsen torenkraan/hijsinstallatie	10	20	+10
51	kelder nivo -1	23	23	-
66	kern vanaf nivo 0	40	35	- 5
102	skelet vanaf 11.85+	266	150	- 116
109	ruwe afbouw	277	177	-100
123	Hoofddak waterdicht	47	47	-
135	Westgevel	15	15	-
142	Oostgevel	17	17	-
150	Afvoeren torenkraan/hijsinstallatie	5	20	+ 15
157	fijne afbouw	239	192	- 47
206	afbouw algemeen	97	97	-

Tabel 2
Verschillen in bouwtijd tussen
het bestaande bouwsysteem
en het Big Canopy
bouwsysteem

bestaand bouwsysteem

Er wordt gewerkt met het tunnel bekisting systeem vanaf nivo 4 (11,85+). Er worden 44 vrijwel identieke niveaus gecreëerd.

(105) wanden + vloeren (tunnel):	
- cyclustijd van 5 dagen:	220 werkdagen
- verwachte tijdsduur (overallplanning):	242 werkdagen
242/220 x 100% → 10% speling (22 werkdagen)	

Big Canopy bouwsysteem

Er wordt gewerkt met het tunnel bekisting systeem vanaf nivo 4 (11,85+). Er worden 44 vrijwel identieke niveaus gecreëerd.

(105) wanden + vloeren (tunnel):	
- cyclustijd van 3 dagen:	132 werkdagen
- verwachte tijdsduur (+ 10% speling):	145 werkdagen

verschil bestaand systeem met Big Canopy bouwsysteem
 242 - 145 = 97 werkdagen reductie op het onderdeel (105) wanden + vloeren (tunnel)

De werkdelen 106 prefab gevelbeplating en 107 prefab trap/lifthal zijn afhankelijk van de cyclustijd per verdieping en reduceren ook in tijd.

(109) ruwe afbouw

Doorlooptijd: 177 werkdagen
 De aluminium puien aan de kopgevels worden geplaatst met behulp van het 'Nolleke II' systeem. De aluminium puien worden in het 'Nolleke II' systeem gehangen op de begane grond. Dit dient onder het constructiedak te gebeuren, omdat anders de bovenloopkraan het steigersysteem niet kan aanpakken. Werkdelen 112 Alum. kozijnen zijgevels en 113 Alum. puien kopgevels lopen exact 2 verdiepingen achter op de cyclus van de ruwbouw (105 wanden + vloeren (tunnel)). Tijdens de uitvoering van Westpoint aan de hand van het bestaande bouwsysteem was er voor de plaatsing van de puien met de 'Nollekes' 5 dagen per verdieping ingepland. In werkelijkheid werden de puien van twee verdiepingen in 5 dagen gerealiseerd.

Bij een geplande snellere cyclustijd van de ruwbouw bij gebruik van het Big Canopy bouwsysteem levert dit dus geen probleem op. Bij gebruik van het Big Canopy bouwsysteem is er een overcapaciteit van de kraan-capaciteit. Deze kan worden toegepast op 109 ruwe afbouw. De ruwe afbouwmaterialen zoals hoofdleidingen, kozijnen en deuren kunnen worden getransporteerd met de extra hefsteiger. Daarin is een sterke tijdwinst te behalen.

(150) afvoeren torenkraan/hijsinstallatie

Bij het bestaande bouwsysteem van Westpoint neemt de ontmanteling van de torenkraan 5 werkdagen in beslag. Bij het Big Canopy bouwsysteem zal de ontmanteling van de hijsinstallatie 20 werkdagen duren. Deze start met het ontmantelen van het dak en vervolgens zakt de constructie langs de masten naar beneden.

(157) fijne afbouw

De fijne afbouw kan starten als er een waterdichte tussenlaag is aangebracht. Deze tussenlaag wordt op de 18e, 26e, 35e, 42e en 46e verdieping aangebracht. Als de ruwbouw van de 20e verdieping gereed is wordt de eerste waterdichte laag aangebracht op de 18e verdieping. Onder de tussenlaag zijn de verdiepingen wind- en waterdicht en kan de fijne afbouw starten. Er kan op meerdere verdiepingen tegelijk worden gewerkt.

Aangezien de ruwbouw sneller verloopt met behulp van het Big Canopy bouwsysteem ten opzichte van het bestaande bouwsysteem, start de fijne afbouw 37 dagen eerder. De fijne afbouw loopt 2 verdiepingen achter, parallel aan de ruwbouw. De tijdsduur van het werkdeel 157 fijne afbouw kan dus sneller lopen als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast. De verschillende onderaannemers in de afbouwfase zullen nauw moeten samenwerken. De personen en goederenstroom moeten op elkaar worden afgestemd. Het is mogelijk om een reductie van 20% van de tijdsduur van de fijne afbouw te bewerkstelligen. Dit is mede mogelijk door het werken op meerdere verdiepingen tegelijkertijd. De fijne afbouw productie wordt verhoogt van 175 m² BVO/ dag tot 218 m² BVO/ dag. Zoals opgemerkt in deelvraag 1.2 kan de fijne afbouw een snelheid handhaven van maximaal 250 m² BVO/ dag. Echter, om de tijdsdruk niet tot het maximale te laten komen is er in deze vergelijking niet voor gekozen.

Antwoord op onderzoeksvraag 1

Het antwoordt op de vraag: 'Hoe verandert de bouwtijd van Westpoint als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast i.p.v. het bestaande bouwsysteem?' luidt als volgt: Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij Westpoint bedraagt de bouwtijd 65 werkdagen korter dan bij toepassing van het bestaande bouwsysteem van Westpoint. Dit is een bouwtijdreductie van 13%.

6.2 Onderzoeksvraag 2

Wat zijn de verschillen in kosten van Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?

Bouwkosten

Hier wordt een vergelijking gecreëerd met betrekking tot de opbouw en de hoeveelheid van de kosten van de uitvoering. Met de kosten worden de werkkosten en de bouwplaatskosten bedoeld.

De kosten die van belang zijn, zijn de kosten die wijzigen. Daaruit blijkt of een wijziging van het bouwsysteem een kostenbesparing oplevert.

Deelvraag 2.1

Wat zijn de kosten van het bestaande bouwsysteem van Westpoint?

bouwplaatskosten

De ABK bestaan uit o.a. de kraankosten, de liftkosten, de huur van het ketenpark, de uitvoeringsstaf, hekweken, terreinverharding, verzekering, etc.: € 4.346.700

Kraankosten: € 453.000

Liftkosten: € 345.600

Betonpomp € 214.500

Algemeen: € 3.333.600

(Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel)

torenkraan

MD354 met vlucht van 40m.: € 453.000 voor een huurperiode van 75 weken

fundering kraanpoer

In werkdeel 42 fundering kraanpoer wordt er een extra funderingsstrook gestort van 8500 x 8500 mm., met een dikte van 1200mm (86,7 m³) en 140 kg. wapening. De kosten van het beton, inclusief storten bedraagt € 110 per m³. De prijs van wapening (incl. bewerking) kost € 1,- per kg. (Bron: Ballast Nedam Bouw, Speciale Projecten)

→ (86,7 m³ x € 110,-) + (140 kg. x € 1,-) = € 9.677,-

Deelvraag 2.2

Wat zijn de kosten als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast op Westpoint?

Per onderdeel waarvan de kosten verschillen met het bestaande bouwsysteem worden de kosten gespecificeerd. Vooral de hijsinstallatie komt uitgebreid aan bod.

Bouwplaatskosten

Hijsinstallatie: € 1.060.830

Liftkosten: € 345.600

Stortkosten kubel: € 4.260

Algemeen: € 2.885.900

(Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel)

Fundering kraanpoer

In werkdeel 42 fundering kraanpoer worden er vier extra funderingsstroken gestort van 8500 x 8500 mm., met een dikte van 1200mm (86,7 m³) en 140 kg. wapening. De kosten van het beton, inclusief storten bedraagt € 110 per m³. De prijs van wapening (incl. bewerking) kost € 1,- per kg. (Bron: Ballast Nedam Bouw, Speciale Projecten)

→ 4x(86,7 m³ x € 110,-) + 4x(140 kg. x € 1,-) = € 38.700,-

Afschrijving hijsinstallatie

De prijs van de hijsinstallatie is opgebouwd uit twee delen. Het eerste deel zijn de vaste kosten. Het tweede deel zijn de projectgebonden kosten. De vaste kosten bestaan uit de investering in het materieel. De projectgebonden kosten worden gebaseerd op de toepassing op Westpoint.

Vaste kosten

Het Big Canopy bouwsysteem van Obayashi Corporation is afkomstig uit Japan. Er is slechts weinig informatie voorhanden. Dit is mede verantwoordelijk door de afscherming door Obayashi Corporation van het ontwerp van het bouwsysteem. Aan de hand van brochures, foto's en verslagen van projecten welke gerealiseerd zijn met behulp van het Big Canopy bouwsysteem kan er een aanname gemaakt worden voor de kengetallen van de hijsinstallatie. Er wordt een aantal malen gerefereerd aan een 'referentie' uit een technisch rapport van *Elsevier Science*. Het gaat hierom een appartementencomplex nabij Tokio van 91m hoogte. Een samenvatting hiervan is terug te vinden in bijlage 1.

De aannames welke zijn gedaan kunnen fluctueren in de situatie en de tijd. In bijlage 3 is een gevoeligheidsanalyse opgenomen. Een digitale versie is bijgevoegd op cd-rom. Op deze digitale versie is het mogelijk de kengetallen te wijzigen. De tabel bepaalt dan automatisch de afschrijvingsprijs per maand.

gewicht

De afmetingen van de verdiepingsvloer van Westpoint = 33m x 27m

De afmetingen van de verdiepingsvloer van de Referentie = 34,9m x 33,7m.

Het constructiedak bij de referentie steekt 8,3m en 14,1m uit, buiten de gevellijn. Gemiddeld steekt het constructiedak 5,6m per zijde uit, buiten de gevellijn.

Aanname: *constructiedak Westpoint steekt 5,5m uit aan iedere zijde*
afmetingen constructiedak: 44 x 38 meter

De oppervlakte van het constructiedak:

referentie = 49 x 42 = 2058 m² (=100%)

aanname = 44 x 38 = 1672 m² (=81%)

In de referentie is er een hijsinstallatie toegepast welke 15 mastelementen á 6000 kg. hoog is. Het totale gewicht van de 4 masten = 360t. Het totale gewicht van de hijsinstallatie bedraagt 600t. Het gewicht van het constructiedak zonder masten van de referentie = 600t. - 360t. = 240t.

Aangezien de oppervlakte van het constructiedak van de Westpoint 81% bedraagt van de oppervlakte van de referentie, kan er gesteld worden:

gewicht constructiedak Westpoint = 81% van 240 = 194 ton
(= 194.400 kg)

aanname: *rekenwaarde gewicht constructiedak 200.000 kg*

Tabel 3
Opbouw
aanschafprijs
hijnsinstallatie

onderdeel	omschrijving	specificatie	prijs
masten	146,6 m hoogte	4 x € 310.000	€ 1.240.000
dakconstructie	Bovenloopkraan	3 x € 18.500,-	€ 55.500
	Kliminstallatie	4x € 35.000 + € 10.000	€ 150.000
	Staalwerk	187.500 x € 3,-	€ 529.500
	totaal	aanschaf	€ 1.975.000

Investering

Per onderdeel worden de bedragen gespecificeerd. Uiteindelijk wordt in tabel 3 een overzicht weergegeven van de verschillende kostengroepen.

Masten

opgebouwd uit 28 mastsegmenten van 2070(L) x 2095(B) x 5235(H)
gewicht mastelement: 5500 kg.
totale hoogte mast: 5,235m. x 28 = 146,6 m.
richtprijs mastsegment: € 10.000 (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel)

aantal verankeringen per mast: 3
richtprijs verankering: € 10.000 (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel)

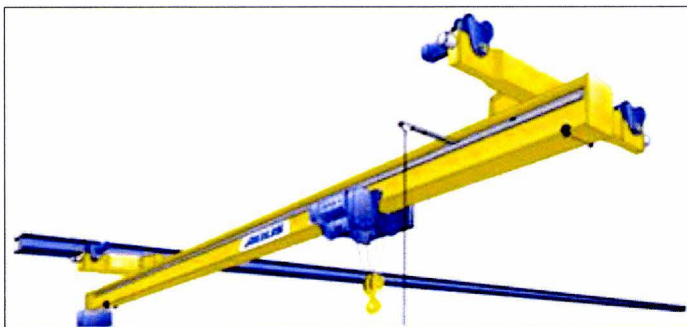
Mastsegment: 28 x € 10.000 = € 280.000
Verankering: 3 x € 10.000 = € 30.000
→ Prijs totaal per mast: € 310.000

Bovenloopkranen

2 x EDL enkelliger hangloopkraan (zie afbeelding 30),
Max. overspanning 17m., draaglast 6,3t.
richtprijs € 18.500 per systeem
(Bron: ABUS Kraansystemen BV)
Gewicht: loopkat + hoofdlijger + rolmechanisme: 3000 kg.

De middelste bovenloopkraan heeft een kleinere reikwijdte.
Aanname prijs: € 18.500
aanname gewicht 1500 kg.

→ Prijs bovenloopkranen: 3 x € 18.500 = € 55.500



Afbeelding 30
Hangloopkraan, EDL enkelliger

Kliminstallatie

Elke mast is uitgerust met een hydraulisch klimmechanisme, welke zich één mastelement onder de dakconstructie bevind. Per mast zijn er twee cilinders geplaatst, welke samen een capaciteit van 50t. hebben. Het klimmechanisme per mast kost ongeveer € 35.000 (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel).

Dit moet worden aangevuld met veiligheidsvoorzieningen en bedieningsmaterieel, welke op € 10.000,- kan worden gesteld. Het gewicht van de hydraulische unit per mast is ongeveer 1000 kg.

→ richtprijs kliminstallatie: 4 x € 35.000 + € 10.000 = € 150.000

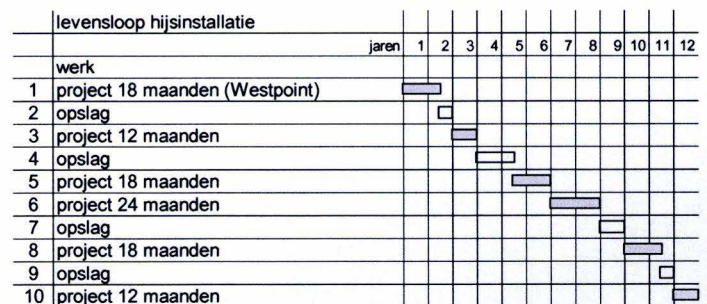
Dakconstructie

De staalprijs (incl. verzinken, monteren en schilderen) wordt op ongeveer € 3,-/kilo bepaald. Het constructiedak weegt 200t. (incl. Bovenloopkranen, verreiker op dak en kliminstallatie).

Gewicht totaal dakopbouw: 200.000 kg.
Bovenloopkranen (2x 3000 + 1500 kg): - 7.500 kg.
Kliminstallatie - 4.000 kg.
Roterende verreiker met jib - 12.000 kg.

Gewicht staalconstructie dakopbouw: 176.500 kg.
→ Richtprijs staalconstructie dakopbouw: 176.500 x € 3,- = € 529.500

De afschrijvingskosten worden bepaald door de totale investering te bepalen. Deze investering wordt afgeschreven in 12 jaar. (zie afbeelding 31) De kosten welke voor project Westpoint gelden, worden bepaald door deze afschrijvingskosten vermeerderd met de projectgebonden kosten.



Afbeelding 31
Prognose levensloop hijnsinstallatie

Prognose

Afschrijving in 12 jaar (144 maanden)
 In gebruik: 102 maanden
 Opslag: 42 maanden
 Bezettingsgraad: 70,9 %
 Aanschaf: € 1.975.000

onderhoudskosten: 8% van € 1.975.00 = € 158.000
 € 158.000/ 144ma = € 1.097 p/ma

materieelinvestering: over 12 jaar
 (€ 158.000 + € 1.975.000)/12 =
 € 177.750 /jaar

Opslagkosten: grondklasse II, verhard,
 openlucht, machines in container.
 1500m² x € 1,24 per m²/ maand =
 € 1.860 / maand
 (Bron: De Groof Immobiliën)
 Totale kosten opslag:
 42 maanden x € 1.860 = € 78.120

Totale investering:

12 x afschrijvingskosten: 12 x € 177.750/jaar = € 2.133.000
 opslagkosten: over 12 jaar (42 weken) = € 78.120 +

totaal = € 2.211.120

Annuiteit (5% over 144 maanden) = € 20.450
 [56]

Projectgebonden kosten

De bijkomende kosten door gebruik van het Big Canopy bouwsysteem zijn afhankelijk van het project waarvoor het gemaakt is. Deze kosten zijn hier als *projectgebonden kosten* betiteld. Deze kostenpost is uiteraard gebaseerd op de woontoren van Westpoint. De hijsinstallatie is 325 dagen aanwezig op de bouwplaats: de opbouw van de hijsinstallatie neemt 20 werkdagen in beslag, het gebruik 265 werkdagen en de ontmanteling 40 dagen. Dit houdt in dat er, na toepassing op de prognoseschaal, in 5 kalenderweken wordt opgebouwd en in 10 kalenderweken wordt ontmanteld. De hijsinstallatie is 70 kalenderweken in gebruik.

De projectgebonden- en vaste kosten zijn weergegeven in tabel 4.

Constructielift

hefsteiger, type APF dubbelmast/ op voetplaat (Bron: HEK Nederland B.V.)
 capaciteit: 8t., hefsnelheid: 12 m/min.
 → huurprijs voor 70 weken: € 208.540

Verreiker

Ten behoeve van het optoppen van de masten is een verreiker met jib aanwezig op het constructiedak (topkraan). Roterende verreiker, hefhoogte 16m., cap., 3,7t., eigen gewicht: 12t.. Deze verreiker wordt ook toegepast voor het ontmantelen van de hijsinstallatie. (Bron: Collé Sittard Verhuur BV) → Huurprijs 80 weken: € 46.290,-

Vervoer

Het vervoer van de onderdelen van de hijsinstallatie van opslag naar bouwplaats vindt plaats over de openbare weg. Het vervoer van de torenkraan (= vaste kosten kraan - mobiele kraankosten opbouw/ afbouw) welke is toegepast bij het bestaande bouwsysteem van Westpoint heeft ongeveer € 86.200 (aan- en afvoer) gekost. (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel) Bij de beginsituatie van de hijsinstallatie bestaat deze uit ongeveer vier maal zoveel onderdelen als de beginsituatie van de torenkraan → kosten aan-/afvoer hijsinstallatie: 4 x € 86.200 = € 344.800

Heftruck

Voor de bevoorrading van de constructielift is er een heftruck nodig met een minimale capaciteit van 6t. (Bron: J. van der Sluis Anna Paulowna BV) Diesel vorkheftruck (cap. 8t.)
 → huurprijs: 18 maanden x € 1.085 /ma = € 19.500

Mobiele kraan

De hijsinstallatie wordt opgebouwd met behulp van een mobiele kraan. De ontmanteling van het constructiedak wordt voor het grootste deel door de verreiker op het dak uitgevoerd. De delen van de installatie zakken via de masten naar beneden en zullen op het maaiveld verder ontmanteld worden met behulp van een mobiele kraan. Bij Westpoint zou een 200t. telescoopkraan voldoende. Deze heeft een huurprijs van € 250 per uur, incl. kraanmachinist. (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel) De opbouw van de hijsinstallatie zal 20 werkdagen in beslag nemen. Daarbij zullen ongeveer 60 kraanuren noodzakelijk zijn. Bij de ontmanteling zal eveneens 60 kraanuren voldoende. De aan- en afvoerkosten bedragen € 5000 per keer.
 → 2 x (60 uur x € 250,-) + 2 x € 5000,- = € 40.000,-

onderdeel	omschrijving	specificatie	prijs
masten	146,6 m hoogte	4 x € 310.000	€ 1.240.000
dakconstructie	Bovenloopkraan	3 x € 18.500,-	€ 55.500
	Kliminstallatie	4x € 35.000 + € 10.000	€ 150.000
	Staalwerk	187.500 x € 3,-	€ 529.500
	totaal	aanschaf	€ 1.975.000
		per maand	€ 20.450
projectgebonden kosten	Heftruck (cap. 8t.)	18 maanden x € 1.085/ma.	€ 19.500
	Mobiele kraan	opbouw en afbouw	€ 40.000
	Vervoer	Aanvoer en afvoer	€ 344.800
	constructielift	70 weken	€ 208.540
	Verreiker met jib op dak	80 weken x € 579,-	€ 46.290
	personeelskosten	960 manuur	€ 33.600
	totaal	Westpoint 18 maanden	€ 692.730

Tabel 4
 Opbouw kosten hijsinstallatie

	Bestaand systeem	Big Canopy	verschil
Algemene bouwplaatskosten	3.333.600	2.885.900	- 447.700
Betonpomp/ kubel	214.500	4.260	- 210.240
kraankosten	453.000	0	- 453.000
kosten hijsinstallatie	0	1.060.830	+ 1.060.830
fundering kraanpoer	9.700	38.700	+ 29.000
Totaal verschil ABK/ DBK			- 21.110
Bouwrente	2.592.590	2.300.923	- 291.667
Totaal verschil			- 312.777

Tabel 5
kostenvergelijking

personeelskosten

Het aantal manuren van de bouwwerkzaamheden blijft hetzelfde. Er wordt immers dezelfde hoeveelheid beton gestort, hetzelfde aantal kozijnen geplaatst, etc. Wat wel wijzigt zijn extra personeelskosten door de opbouw en ontmanteling van de hijsinstallatie. Richtprijs manuur: € 35 p/uur (peildatum 1 mei 2004)

→ twee personen extra: 2 x 480 manuren á € 35 p/uur =
€ 33.600

De totale kosten van de hijsinstallatie voor Westpoint zijn 18 maanden afschrijving van de hijsinstallatie vermeerderd met de projectgebonden kosten.

Afschrijving: 18 x € 20.450 = € 368.100
Projectgebonden kosten: € 692.730 +
→ **Totale kosten hijsinstallatie voor Westpoint: € 1.060.830**

Deelvraag 2.3

Hoe veranderen de kosten als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast op Westpoint i.p.v. het bestaande bouwsysteem?

Met 'de kosten' worden die bouwkosten en de bouwrente bedoeld welke wijzigen doordat het bouwsysteem wijzigt. Deze worden weergegeven in tabel 5.

Bouwplaatskosten

In tabel 5 zijn de kraankosten, de kosten voor de hijsinstallatie en de kosten voor betonpomp/kubel los van de bouwplaatskosten gezet. De kostenreductie van de algemene bouwplaatskosten zijn afhankelijk van de bouwtijdverkorting.

Bouwtijdverkorting

Uit het resultaat van onderzoeksvraag 1 blijkt dat de toren van Westpoint 65 dagen sneller kan worden opgeleverd. Dit zijn 4 kalendermaanden. Deze bouwtijdverkorting is gunstig voor de bouwer en de opdrachtgever. De kostprijs van de toren bedraagt € 35 milj. De rentebesparing kan worden bepaald aan de hand van de volgende berekening:

$\text{bouwtijdverkorting in maanden} \times \text{bouwsom} \times 0,5 \times 0,05$
12 maanden

$4 \times € 35.000.000 \times 0,5 \times 0,05 = € 291.667$
12

(factor 0,5: gemiddelde over de bouwtijd)
(Factor 0,05: rentepercentage van 5%)

Een bouwtijdverkorting van 65 dagen levert een rentebesparing op van € 291.667

Antwoord op onderzoeksvraag 2

Het antwoord op de vraag: 'Wat zijn de verschillen in kosten van Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?' luidt: Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij project Westpoint in plaats van het bestaande bouwsysteem levert dat een kostenreductie op van € 312.777. Dat is een kostenbesparing van 0,9% op de bouwsom van de woontoren.

6.3 Onderzoeksvraag 3

Wat zijn de verschillen in arbeidsomstandigheden bij Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?

Hier wordt een vergelijking gecreëerd m.b.t. de arbeidsomstandigheden op de bouwplaats tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem. De arbeidsomstandigheden hebben betrekking op een drietal aspecten: gezondheid, welzijn en veiligheid. (Van Gassel, F.J.M. [9])

V&G-plan

Onderdelen:

- A) beschrijving van het te maken werk;
- B) een overzicht van wie bij de totstandkoming van het werk op de bouwplaats betrokken zullen zijn;
- C) de naam van de ARBO-coördinator voor de ontwerpfase;
- D) de naam van de ARBO-coördinator voor de uitvoeringsfase;
- E) **een inventarisatie en evaluatie van de gevaren overeenkomstig artikel 5 van de Arbo-wet;**
- F) de wijze waarop uitvoering zal worden gegeven aan de samenwerking van werkgevers op de bouwplaats, welke voorzieningen daartoe zullen worden getroffen en op welke wijze op die voorzieningen toezicht zal worden uitgeoefend;
- G) de wijze waarop uitvoering zal worden gegeven aan de samenwerking van werkgevers en werknemers op de bouwplaats en de wijze waarop voorlichting en onderricht van deze werknemers plaatsvindt.

(Schaefer, W.F., [15])

Artikel 5 is opgenomen in bijlage 2.

Deelvraag 3.1

Hoe zijn de arbeidsomstandigheden bij het bestaande bouwsysteem van Westpoint?

Er worden enkele punten van het V&G *deelplan Westpoint* weergegeven welke wijzigen door de wijziging van het bouwsysteem. (Bron: Ballast Nedam Bouw, Speciale Projecten)

*~Bouwplaats (ad 1.6 risicoanalyse bouwlocatie)**Gevaar door hijsen zware lasten*

Al het materieel en materiaal zullen binnen het bouwterrein gehesen worden. Indien de werkzaamheden dit eisen, zal er altijd tijdig overlegd worden voor eventueel te nemen verkeersmaatregelen. Aan de kraanmachinist zal te kennis gegeven worden dat over openbare wegen verboden te hijsen is.

*~Torenkraan, kraanbaan, vaste opstelling (ad 2.6 risicoanalyse bouwlocatie)**Omvallen kranen*

Alle te gebruiken kranen worden jaarlijks gekeurd. De beide in te zetten torenkranen worden vóór in gebruikname gekeurd en hierna jaarlijks. De vaste torenkraan zal aan de toren (bouwdeel A) bevestigd worden en in fasen met het bouwdeel mee klimmen. De toren zal de kraan van zijn stabiliteit voorzien, zodat deze niet kan omvallen. De kraanbaan ten behoeve van de hoogbouw (bouwdeel B) is door berekeningen bepaald. Door gebruik te maken van eindstops en afslagen zal deze nooit buiten het bepaalde gebied kunnen komen.

Breken of bezwijken

De te gebruiken hijsgereedschappen zullen ten alle tijden afgestemd worden op het te hijsen gewicht. Bovendien zijn alle hijsgereedschappen gecertificeerd.

De twee kranen die gebruikt worden staan op verschillende hoogtes, zodat de gieken elkaar niet kunnen raken. Na werktijd zullen de kranen veilig vastgezet worden.

Deelvraag 3.2

Hoe zijn de arbeidsomstandigheden bij Westpoint als het Big Canopy bouwsysteem wordt toegepast?

Gezondheid

~ Door het tijdelijke constructiedak komt er geen zon op de werkplek. Voornamelijk in de zomer levert dat een sterke hittedeductie op. Dit bevordert de gezondheid van de werknemers op de bouwplaats.

~ Door het tijdelijke constructiedak is er geen directe inslag van hemelwater op de werkplek. De werknemers hoeven zich niet te kleden tegen de regen en worden ook niet nat. De gevoelstemperatuur ligt hoger onder het dak. Dit bevordert de gezondheid van de werknemers op de bouwplaats.

Welzijn

~ De bestuurder van de kraan staat met een afstandsbediening op een bordes bij de masten. De bestuurder zit dicht op het werk. Daardoor is er slechts een korte communicatielij. Dit bevordert de sfeer op de

werkvloer en dus ook het welzijn van de arbeiders.

~ Door de hittedeductie (geen zon op de werkplek) werkt men plezieriger in de zomer.

~ Door het wegblijven van hemelwater werkt men op een droge werkplek. De werkplek kan eenvoudiger schoon gehouden worden. Dit werkt plezieriger.

~ Er wordt gewerkt met een drietal bovenloopkranen. Er is dus meer hijscapaciteit dan bij gebruik van één torenkraan. Daardoor kan er vaker gebruik worden gemaakt van de hijsinstallatie. Ook wanneer men er geen gebruik van hoeft te maken. Zware lasten die, bij gebruik van een torenkraan, met de hand of kruiwagen worden verplaatst, kunnen nu met een bovenloopkraan worden verplaatst. Dit werkt plezieriger en de arbeiders worden minder lichamenlijk belast.

Veiligheid

~ Doordat er gewerkt wordt met relatief korte hijskabels is wind minder van invloed. Doordat er minder kans is op het zwenken van de last is het werken op de werkvloer op dat gebied veiliger geworden.

~ Doordat er gewerkt wordt op een droge werkplek is er minder kans op gladheid op de werkvloer (denk ook aan trappen, ladders en steigerplanken).

~ Doordat er gewerkt met een drietal bovenloopkranen wordt er vaak gewerkt onder de last. Hierbij ontstaat een verhoogt risico.

*Inventarisatie en evaluatie van risico's**~Bouwplaats (ad 1.6 risicoanalyse bouwlocatie)**Gevaar door hijsen zware lasten*

Al het materieel en materiaal zullen binnen het bouwterrein gehesen worden. Indien de werkzaamheden dit eisen, zal er altijd tijdig overlegd worden voor eventueel te nemen verkeersmaatregelen. Aan de kraanmachinist van mobiele kranen zal te kennis gegeven worden dat over openbare wegen verboden te hijsen is. Het hijsen over openbare wegen door de hijsinstallatie is niet van toepassing.

*~Hijsinstallatie (ad 2.6 risicoanalyse bouwlocatie)**omvallen hijsinstallatie*

De te gebruiken hijsinstallatie worden jaarlijks gekeurd. De hijsinstallatie wordt vóór in gebruikname gekeurd en hierna jaarlijks. De hijsinstallatie zal aan de toren (bouwdeel A) bevestigd worden en in fasen met het bouwdeel mee klimmen. De toren zal de hijsinstallatie van zijn stabiliteit voorzien, zodat deze niet kan omvallen. De kraanbaan ten behoeve van de hoogbouw (bouwdeel B) is door berekeningen bepaald. Door gebruik te maken van eindstops en afslagen zal deze nooit buiten het bepaalde gebied kunnen komen.

breken of bezwijken

De te gebruiken hijsgereedschappen zullen ten alle tijden afgestemd worden op het te hijsen gewicht. Bovendien zijn alle hijsgereedschappen gecertificeerd.

hijslast

Bij dit hijsstelsel worden er drie bovenloopkranen gebruikt. Deze worden bestuurd door een werknemer op de werkvloer m.b.v. een afstandsbediening. Er zijn risico's door het zich bevinden onder de hijslast.

Het zicht van diegene die de bovenloopkraan bestuurd mag niet belemmerd zijn.

Klimmen van hijsinstallatie

Tijdens het klimmen van de hijsinstallatie mag er geen last in één van de bovenloopkranen hangen. Tijdens het klimmen van de hijsinstallatie mag er zich niemand op de werkvloer bevinden.

~ constructielift

hefsteiger

De constructielift wordt uitgevoerd als hefsteiger. Er mogen er geen personen worden vervoerd met de constructielift. Verder worden de veiligheidseisen in acht genomen zoals die gelden bij de geleverde constructielift.

Deelvraag 3.3

Hoe veranderen de arbeidsomstandigheden als Westpoint wordt gebouwd d.m.v. het Big Canopy bouwsysteem?

De algemene onderdelen van het V&G-plan blijven ongewijzigd. Slechts een deel van onderdeel e) *inventarisatie en evaluatie van risico's* wijzigt.

Inventarisatie en evaluatie van risico's

~ Drogere werkplek, bevordert de veiligheid, welzijn en gezondheid.

~ Doordat er 3 bovenloopkranen worden toegepast bevinden de werknemers zich vaker onder de hijslast: verhoogt risico.

~ planning: Er wordt met een andere cyclustijd gewerkt. Dit houdt in dat in 3 werkdagen de ruwbouw van een verdieping wordt gerealiseerd. Er is echter geen sterke reductie van werkers per verdieping. Een gevolg daarvan is dat het drukker op de werkvloer is. Het aantal manuren neemt namelijk niet af. Deze drukte kan tot onveilige situaties leiden. Om deze risico's te beheersen zal er dagelijks overleg zijn tussen de verschillende ploegen die op dezelfde verdieping werken.

~ Tijdens het klimmen van de hijsinstallatie kan er geen gebruik worden gemaakt van de bovenloopkranen en er mag zich niemand op de verdieping bevinden.

~ Constructielift: Tijdens gebruik mogen zich geen personen onder de lift bevinden. Tijdens het klimmen en dalen van de lift mogen er zich geen personen op het liftplatform bevinden.

Antwoord op onderzoeksvraag 3

Het antwoordt op de vraag: 'Wat zijn de verschillen in arbeidsomstandigheden bij Westpoint tussen de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem en het bestaande bouwsysteem?' luidt: Er zijn verschillen in arbeidsomstandigheden tussen het bestaande bouwsysteem van Westpoint en bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem op het gebied van weersomstandigheden, risico's door hijsbewegingen, risico's door personeelsbezetting en richtlijnen voor het klimmen van de hijsinstallatie.

6.4 Onderzoeksvraag 4

Wat zijn de verschillen in bouwplaatsinrichting van Westpoint tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem?

Terreinindeling

De bouwplaatsinrichting staat omschreven in het terreinplan. Daarin staan aan- en afvoerroutes, opslag van materiaal en materieel, het ketenpark, parkeerplaats, etc.

Om tot een deugdelijke terreinindeling te komen moeten de volgende stappen in acht worden genomen:

- 1) Gegevens van de plaatselijke situatie: bouwterrein algemeen, aanvoerwegen, terreintoestand, watervoorziening en waterlozing, stroomvoorziening, telecommunicatie;
- 2) Keuze van de transportmiddelen: ruimteprofiel;
- 3) Plaats van de transportmiddelen: transport in het bouwwerk, richtlijn bouwkranen, richtlijn liften en hijsmasten, richtlijn mobiele kranen;
- 4) Lay-out van de bewerkingseenheden;
- 5) De hoeveelheid benodigde opslagruimte voor bouwmaterialen en afval;
- 6) De verdeling van het terrein in rijbanen, opstelplaatsen en opslagstroken;
- 7) Vaststellen van terreinplan met bouwketen, nutsvoorzieningen en afrastering.

(Schaefer, W.F., [15])

Deelvraag 4.1

Hoe is de bouwplaats van Westpoint ingericht bij het bestaande bouwsysteem?

In bijlage 4 is de bouwplaatsinrichting weergegeven in een terreininrichting- tekening (Blad 01).

- 1) gegevens van de plaatselijke situatie
 - a) aanvoerwegen:
 - noord/zuid: Hart van Brabantlaan
 - oost/west: Ringbaan West
 - b) bouwterrein:
 - Ingesloten door Hart van Brabantlaan (west), Ringbaan West (zuid), Iepenpad (oost), terrein Meandert/ Beukenflat (noord)
 - c) stroomvoorziening:
 - meterkasten aan de noordzijde bouwterrein (Meandert)
- 2) transportmiddelen - ruimteprofiel
 - a) torenkraan:
 - type MD343, 40m. vlucht, 145m. hefhoogte, voet 1200mm van bebouwing, mast 3200mm van bebouwing, extra fundering kraanpoer
 - b) Mobiele kraan:
 - tijdelijke inzet, variabele typen, opstelplaats op bouwweg.
 - c) Liften: personen/ goederenlift:
 - type PLM 2000 twin (HEK nl.), aan de zuidzijde toren, 2 bakken enkelmast stopt op iedere verdieping, 1 bak enkelmast stopt op de 3 verdiepingen.

- d) hangsteiger: 'Nolleke II'
(ontwikkeling Ballast Nedam Bouw),
te verplaatsen met torenkraan, breedte
beukmaat.
- e) klimsteiger:
t.b.v. ruwbouw, 1 laag, bevestigd aan
casco.
- e) aanvoermiddelen:
vrachtverkeer: inrit vanaf Ringbaan West
en Hart van Brabantlaan.
- 3) transportmiddelen - plaats
- a) transport in het bouwwerk:
gebruik personenliften en gebruik
trappenhuizen.
- b) richtlijn bouwkraan:
midden van westgevel, vlucht alleen over
bouwplaats, 8,1 ton op 40m. vlucht
- c) richtlijn liften:
personen/ goederenlift: zuidgevel
Beuk H3/H4
- 4) lay-out van bewerkingseenheden
- a) houtbewerking:
zaagloods 3,4 x 7,5m. Noordoosten
bouwterrein
- b) transportbeton:
opstelplaats truckmixers noordzijde toren,
opstelplaats betonpomp noordzijde toren
beuk H2/H3
- 5) bouwmaterialen en afval
- a) onderaannemers:
containers 2 laags aan noordzijde
bouwplaats
Hoco, Faben en Hibex aan noordzijde
bouwplaats
Wapening: zuidwest zijde bouwplaats.
- b) overige opslag:
noordzijde bouwplaats en zuidwest zijde
bouwplaats
- c) afval:
gescheiden containers zuidwest
Bouwplaats.
- 6) Rijbanen, opstelplaatsen en opslagstroken
- a) rijbanen:
gem. breedte rijbaan 5m.,
terreinverharding d.m.v. gebroken puin,
stelconplaten bij in-/ uitrit.
- b) opstelplaats:
opstelplaats truckmixers bij betonpomp
aan de noordzijde toren.
- 7) bouwketen, nutsvoorzieningen en afrastering
- a) keten en loodsden:
keten van aannemer 2 laags aan overzijde
lepenpad verbonden met loopbrug naar
Bouwplaats.
keten van onderaannemers 3 laags aan
noordzijde bouwplaats, overige keten
buiten bouwplaats (Hazelaarstraat)
2 schaftketen incl. toiletvoorzieningen voor
ruwbouwploeg hangende aan klimsteiger.
- b) nutsvoorzieningen:
meterkasten aan de
noordzijde bouwterrein (Meandert)

- c) afrastering:
rondom hekwerk, delen voorzien van
puinvanger, deel voetpad Hart van
Brabantlaan voorzien van
voetgangerscontainers,
2 toegangspoorten Ringbaan West en 1
toegangspoort Hart van Brabantlaan.

Deelvraag 4.2

Hoe is de bouwplaats van Westpoint ingericht bij toepassing van het Big Canopy bouwsysteem?

In bijlage 4 is de bouwplaatsinrichting weergegeven in een terreininrichting- tekening (Blad 02).

- 1) gegevens van de plaatselijke situatie
- a) aanvoerwegen:
noord/zuid: Hart van Brabantlaan
oost/west: Ringbaan West
- b) bouwterrein:
Ingesloten door Hart van Brabantlaan
(west), Ringbaan West (zuid), lepenpad
(oost), terrein Meandert/ Beukenflat
(noord)
- c) stroomvoorziening:
meterkasten aan de noordzijde
bouwterrein (Meandert)
- 2) transportmiddelen - ruimteprofiel
- a) Hijsinstallatie:
Hijsinstallatie, 4 masten (2070x2095mm.),
afmetingen dak: 44 x 38 meter,
3 bovenloopkranen (cap. 6,3t./ kraan)
- b) Mobiele kraan:
permanente inzet, diesel vorkheftruck,
cap. 8t., 4,5m. hefhoogte.
tijdelijke inzet, variabele typen,
opstelplaats op bouwweg.
- c) Liften:
personen/ goederenlift: type PLM 2000
twin (HEK nl.), aan de zuidzijde toren, 2
bakken enkelmast stopt op iedere
verdieping
Hefsteiger (APF dubbelmast), 8,0x2,7m,
cap. 8t., 12 m/min.
- d) hangsteiger: 'nolleke II'
(ontwikkeling Ballast Nedam Bouw), te
verplaatsen met bovenloopkraan, breedte
beukmaat.
- e) aanvoermiddelen:
vrachtverkeer: inrit vanaf Ringbaan West
en Hart van Brabantlaan.
- 3) transportmiddelen - plaats
- a) transport in het bouwwerk:
gebruik personenliften en gebruik
trappenhuizen.
- b) richtlijn hijsinstallatie:
dak steekt 5.5m. uit aan iedere zijde.
Masten staan 1,5m. buiten de gevellijn
- c) richtlijn liften:
personen/ goederenlift: zuidgevel
Beuk H3/H4
Hefsteiger aan noordzijde toren
Beuk H2/H3

- 4) Rijbanen, opstelplaatsen en opslagstroken
- a) rijbanen:
gem. breedte rijbaan 5m.,
terreinverharding d.m.v. gebroken puin,
stelconplaten bij in-/ uitrit. Extra verharding
nodig voor opstelplaats vrachtverkeer t.b.v.
constructielift noordgevel toren.
- b) opstelplaats:
opstelplaats truckmixers bij betonpomp
aan de noordzijde toren, extra opstelplaats
vrachtverkeer t.b.v. Constructielift
noordgevel toren
- 5) Bouwketen, nutsvoorzieningen en afrastering
- a) keten en loodsden:
keten van aannemer 2 laags aan andere
zijde lepenpad verbonden met loopbrug
naar bouwplaats. Keten van onde-
raannemers 3 laags aan noordzijde
bouwplaats, overige keten buiten
bouwplaats (Hazelaarstraat)
2 schafketen incl. Toiletvoorzieningen
Voor ruwbouwplaat hangende aan
klimsteiger.
- b) nutsvoorzieningen:
meterkasten aan de noordzijde bouw-
terrein (Meandert)
- c) afrastering:
rondom hekwerk, delen voorzien
van puinvanger, deel voetpad Hart van
Brabantlaan voorzien van voetgang
Containers, 2 toegangspoorten Ringbaan
West en 1 toegangspoort Hart van
Brabantlaan.

Deelvraag 4.3

Wat zijn de verschillen tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem m.b.t. de bouwplaatsinrichting van Westpoint?

Transportmiddelen

In plaats van een torenkraan wordt een hijsinstallatie toegepast naar het type Big Canopy. Op alle vier de hoeken van de toren komen masten met een doorsnede van 2070x2095mm, ca 1500mm. uit de gevel. Het constructiedak steekt 5,5 meter aan iedere zijde uit t.o.v. de gevellijn.

Er wordt een extra hefsteiger toegepast voor het verticale transport van materiaal voor de ruwbouw. Deze hefsteiger zal aan de noordzijde van de toren geplaatst worden.

Voor de bevoorrading van de hefsteiger zal een extra vorkheftruck nodig zijn. Deze zal vrij kunnen manoeuvreren op de bouwplaats.

Rijbanen, opstelplaatsen en opslagstroken

Aan de noordzijde van de bouwplaats ter hoogte van de extra hefsteiger is extra terreinverharding noodzakelijk t.b.v. de bevoorrading van deze hefsteiger met ruwbouw materialen. Daarbij zijn extra opstelplaatsen gecreëerd voor de bevoorrading van de hefsteiger.

Antwoord op onderzoeksvraag 4

Het antwoord op de vraag: 'Wat zijn de verschillen in bouwplaatsinrichting van Westpoint tussen het bestaande bouwsysteem en het Big Canopy bouwsysteem?' luidt: De bouwplaatsinrichting van Westpoint wijzigt door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem in de vorm van transportmiddelen, rijbanen, opstelplaatsen en opslagstroken.

7 CONCLUSIES

Het onderzoek is opgezet, de vragen zijn gesteld en de antwoorden zijn gegeven. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek verder onder de loep genomen. In dit onderzoek is een vergelijking gecreëerd tussen twee bouwsystemen. Als resultaat zijn de verschillen naar voren gekomen van de uitvoeringsaspecten bouwtijd, kosten, arbeidsomstandigheden en bouwplaatsinrichting.

7.1 Bouwtijd

In deze vergelijking zijn alle werkdelen onder de loep genomen welke zullen wijzigen door de wijziging van het bouwsysteem. De opbouw en de ontmanteling van de hijsinstallatie neemt 4 maal zoveel tijd in beslag als de opbouw en afbouw van de torenkraan. Echter, de hijsinstallatie kan worden opgebouwd en ontmanteld, terwijl andere werkzaamheden gewoon door kunnen gaan. Door de toepassing van de hijsinstallatie treed er een bouwtijdverkorting op vanaf het moment dat de hijsinstallatie in gebruik is. De grootste tijdwinst wordt behaald tijdens de ruwbouwfase.

- ~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint kan er een bouwtijdverkorting optreden van 65 werkdagen ten opzichte van de toepassing van het bestaande bouwsysteem. Dit is een bouwtijdverkorting van 13%.

7.2 Kosten

'In de bouw draait het altijd om de kosten' is een veel gesproken uitdrukking. Dit is niet altijd waar. Toch maken veel participanten in de bouw keuzes uit kostenoverweging. Alle aspecten van de uitvoering kunnen altijd vertaald worden naar kosten. De kostenvergelijking speelt in deze vergelijking dan ook een grote rol. Er zijn twee belangrijke aspecten in deze kostenvergelijking. Dit zijn de directe kosten die wijzigen omdat er een ander bouwsysteem wordt toegepast en de kosten welke bespaard worden door de bouwijdverkorting.

- ~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint kan er een kostenbesparing optreden van € 312.777 ten opzichte van toepassing van het bestaande bouwsysteem. Dat is een kostenbesparing van 0,9% op de bouwsom van de woontoren.

Deze conclusie is getrokken op basis van een afschrijving op de hijsinstallatie van 12 jaar met een bezettingsgraad van 70,9% en een rentepercentage van 5%.

7.3 Arbeidsomstandigheden

Het werken onder een dakconstructie levert een aantal voordelen op, op het gebied van welzijn, gezondheid en veiligheid. Vooral het afschermen van de werkplek van neerslag levert een sterke bijdrage aan de verbetering van de arbeidsomstandigheden.

- ~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint wijzigen de arbeidsomstandigheden op het gebied van weersomstandigheden, risico's door hijsbewegingen, risico's door personeelsbezetting en richtlijnen voor het klimmen van de hijsinstallatie ten opzichte van de toepassing van het bestaande bouwsysteem.

7.4 Terreinindeling

De hijsinstallatie kan eenvoudig worden ingepast in de huidige situatie van het bouwterrein van Westpoint. Het grote voordeel is dat er nu geen torenkraan draait over de bouwplaats en belendende percelen. De risico's die daarmee gepaard gaan, zijn uitgesloten als er gebruik wordt gemaakt van een hijsinstallatie.

- ~ Door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem bij de woontoren van Westpoint wijzigt de indeling van het bouwterrein, maar de oppervlakte van het bouwterrein blijft ongewijzigd, ten opzichte van het bestaande bouwsysteem.

Veel materialen worden verticaal getransporteerd met de constructielift. De bevoorrading van deze lift is een logistiek complexe activiteit. De materialen zullen dicht bij de lift moeten worden aangeleverd en ook in de juiste volgorde. Door de toepassing van de hijsinstallatie wordt de opslagcapaciteit verminderd.

Antwoord op probleemstelling

Het antwoord op de probleemstelling, *Hoe veranderen de uitvoeringsaspecten als Westpoint wordt gebouwd d.m.v. het Big Canopy bouwsysteem?* luidt:

De kosten worden gereduceerd met 0.9% van de bouwsom, de bouwijd wordt 13% korter. De arbeidsomstandigheden worden verbeterd op het gebied van welzijn, gezondheid en veiligheid. De bouwplaatsinrichting krijgt een andere indeling.

8 HOOGBOUWPro

De onderzoeksresultaten zijn bekend. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het gegeven Big Canopy bouwsysteem voldoet op een project als Westpoint. Om tot een hogere efficiëntie en flexibiliteit te komen wordt de hijsinstallatie van het Big Canopy bouwsysteem aangepast. Dit herontwerp draagt de naam HoogbouwPro met zich mee. Er wordt gestart met een analyse van de verschillen in procesbeheersing, investering en techniek. Vervolgens wordt de toepassing van bouwmethodes en de investeringsvraag toegelicht. Daaruit wordt een programma van eisen samengesteld waaruit het ontwerp voor HoogbouwPro wordt samengesteld.

8.1 Analyse

Verschillen

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek is het Big Canopy bouwsysteem uitgebreid onder de loep genomen. Daaruit kwamen een aantal kenmerken naar voren welke verschillen met de 'traditionele' bouw in Nederland. Dit zou te maken kunnen hebben met het verschillen in bouwcultuur tussen Japan en Nederland. Wellicht heeft het te maken met een ander benadering van de uitvoering of de verschillen in toe te passen technieken tussen de twee landen.

~ Procesbeheersing

Het Big Canopy bouwsysteem werkt in Japan als een totaalconcept en niet slechts als een productiemiddel. Procesbeheersing is een zeer belangrijk aspect van een Japanse bouwonderneming. Zij willen 'alle touwtjes in handen' hebben met betrekking tot het te realiseren project. De bouwonderneming heeft nauwe contacten met de toeleverende industrie en de onderaannemers. De 'totale procesbeheersing' start dan ook al in de fabriek. Automatisering speelt daarbij een bepalende rol. Bouwproducten worden gecodeerd d.m.v. barcodes. Deze kunnen op de bouwplaats worden gescand. Met mobiele computers kan er op de verwerkingsplek gekeken worden waar welk element moet worden geplaatst, met welke toleranties en hoeveel tijd daarvoor is ingepland. De gehele aanvoer en plaatsingsvolgorde van materialen wordt digitaal bewaakt. [20] Zover is het in Nederland nog niet. De mate van automatisering wordt weliswaar steeds hoger, maar nog niet in die mate zoals in Japan. Alle informatiedragers (tekeningen, plannen, bestekboeken, etc) zullen digitaal en universeel leesbaar moeten zijn. Dit zijn toekomstplannen waar jaren ontwikkeling aan vooraf gaan. In Nederland is nog een duidelijke scheiding tussen toeleverende industrie en de onderaannemers enerzijds en de hoofdaannemers anderzijds. Ook hierbij zal de samenwerking moeten veranderen.

~ Investering

In Japan zijn een zestal toonaangevende bouwondernemingen actief op het ontwikkelingsvlak van bouwsystemen. Deze bouwondernemingen zijn multinationals van omvangrijke aard. Het realiseren van bouwprojecten is slechts een onderdeel van hun activiteiten. Zij steken veel tijd en geld in onderzoek en ontwikkeling. Daaruit komen

nieuwe ontwikkelingen op het gebied van bouwsystemen en bouwmethodes. Om een omvangrijke investering als een bouwsysteem met jaren aan ontwikkeling rendabel te maken, zal de investering op meerdere projecten worden afgeschreven. Er zal daarvoor wel voldoende markt moeten zijn. De hoogbouwmarkt in Japan is aanzienlijk breder dan de hoogbouwmarkt in Nederland. Er is in Japan dan ook een breder draagvlak om een dergelijke ontwikkeling te starten.[11, 13]

~ Techniek

Het conceptueel idee van een hijsinstallatie is afkomstig uit de bouwkundige hoek. De hijsinstallatie is een knap staaltje materieeltechniek van werktuigbouwkundige aard. Deze techniek wordt in Nederland wel beheerst, maar niet vaak toegepast. Er zit techniek in van een torenkraan, maar ook van portaalkranen uit de haven en de zware industrie. Grote materieelinvesteringen worden pas gedaan bij unieke en complexe projecten in de utiliteitsbouw en weg- en waterbouw. Traditioneel wordt er in Nederland eerst ontworpen en dan pas bepaald hoe het wordt uitgevoerd. In Japan wordt er bij omvangrijke projecten deze volgorde wel eens omgedraaid. Het ontwerp is gebaseerd op de uitvoeringstechniek. Dit heeft deels te maken met prestige en reclame voor een bouwbedrijf. Dit heeft ook deels te maken met een benadering van het bouwproces als totaalconcept.

8.2 Bouwmethode

Het Big Canopy bouwsysteem is door Obayashi Corporation ontwikkeld voor het efficiënter bouwen van geprefabriceerde betonnen hoogbouw casco's. Na de vergelijking in dit onderzoek blijkt dat er bij een in het werk gestort casco ook een hogere mate van efficiëntie is. De efficiëntie wordt hier bepaald op de factoren kosten en bouwtijd. Het casco van de toren van Westpoint is opgebouwd uit in het werk gestorte wanden en vloeren (tunnelbekisting), een (deels) prefab kern en geprefabriceerde betonnen gevelementen aan de zijgevels. Het constructieve ontwerp is gebaseerd op een gestorte constructie. Het bouwsysteem is hierop aangepast. Men kon met één torenkraan werken omdat men gebruik maakte van een tunnelbekisting en een betonpomp.

Of de bouwmethode nu de juiste methode was om door het Big Canopy bouwsysteem te worden uitgevoerd is de vraag. Dit is namelijk niet onderwerp van onderzoek geweest. Echter, hierover kunnen wel aannames worden gemaakt. Het Big Canopy bouwsysteem is in dit onderzoek immers wel volledig onderzocht. Een onderwerp voor vervolgonderzoek is een vergelijking van de verschillende bouwmethodes uitgevoerd door het Big Canopy bouwsysteem.

Gietbouw

De bouwmethode van Westpoint kan betiteld worden als gietbouw. Het betonnen casco bestaat voor 70% uit in het werk gestorte onderdelen. Door het gebruik van verrijdbare tunnelkisten, een meeklimmende sluitkist en de toepassing van een betonpomp is de torenkraan zoveel mogelijk ontzien. Voor het stortproces is de torenkraan slechts nodig voor de plaatsen van de wapening en het verticaal verplaatsen van de tunnelbekisting. Uit de resultaten van de vergelijking blijkt dat door toepassing van het Big Canopy bouwsysteem op een gietbouwproces wel degelijk sneller gebouwd kan worden en dat er een kostenbesparing kan optreden.

Als er bij het stortproces een kubel en losse bekistingwanden worden toegepast, dan komt het Big Canopy bouwsysteem beter tot haar recht. Er is immers een relatieve grote hoeveelheid aan kraan capaciteit en de kranen kunnen snel en onafhankelijk van elkaar manoeuvreren. Nu er bij Westpoint gebruik is gemaakt van een tunnelbekisting met een betonpomp, is daarop de directe winst niet te behalen. De tijdswinst zit bij Westpoint in een andere opbouw van de cyclus.

Assemblage bouw

Door de relatief grote hoeveelheid kraan capaciteit (staat gelijk aan de capaciteit van 2,5 torenkranen) van dit bouwsysteem is het volledig uitvoeren van de woontoren in geprefabriceerd beton wel een optie. De algemene voordelen van het bouwen in geprefabriceerd beton zijn de snelle verwerkingsmethode, de hoge kwaliteit beton en de mindere mate van afhankelijkheid van de weersomstandigheden. Vooral de snellere verwerkingsmethode komt goed tot haar recht met het Big Canopy bouwsysteem. De bouw tijd is bij volledig prefabriceren afhankelijk van de kraan capaciteit. Bij het Big Canopy bouwsysteem is de capaciteit van de constructielift maatgevend voor de voortgang van de ruwbouwcyclus. Als de constructielift (hefsteiger) een hefsnelheid heeft van 12m./min., dan kan de lift 24 maal per dag op en neer (incl. aan- en afpikken, gebaseerd op 100m hoogte). De meest toegankelijke hefsteiger welke een hefvermogen heeft van 8t., heeft een hefsnelheid van 12m./min. Als er hogere hefsnelheid is vereist, dan moet er rekening worden gehouden met een ander type motor, een andere voltage en een andere huurprijs.

Als de toren van Westpoint volledig zou worden opgebouwd uit geprefabriceerd beton, dan zal een verdieping uit ongeveer 176 elementen bestaan. Dit zou in 118 'shifts' naar boven kunnen worden gebracht door de hefsteiger. Wil men een cyclus van drie dagen genereren dan zal de hefsteiger een hefsnelheid van minstens 24m./min. moeten hebben. Deze hefsteiger is niet op de markt en zou hiervoor speciaal moeten worden ontwikkeld.

Montage bouw

Bij montagebouw wordt meestal een casco uit staal opgebouwd. Daarvoor zijn veel kraanbewegingen nodig. Het Big Canopy bouwsysteem is uitermate geschikt hiervoor. Door de twee plaatsingskranen kan er precies en snel een element worden gepositioneerd. Door het gebruik van de constructielift is er geen kraan nodig voor de verticale verplaatsing van een element. Dit bevordert de productiviteit.

8.3 Investering

De vergelijking tussen de twee bouwsystemen heeft als basis een afschrijving van de hijsinstallatie van 12 jaar. Het materieel heeft een bezettingsgraad van 70.9%. Deze bezettingsgraad wordt meestal toegepast bij een investering in materieel van omvangrijke aard. (Bron: Ballast Nedam Bouwmaterieel) In 12 jaar zullen er 5 á 6 soortgelijke hoogbouwprojecten als Westpoint moeten worden gebouwd, wil deze prognose kloppen. Uitgebreid marktonderzoek is hiervoor op zijn plaats. Hoeveel hoogbouw is er de aankomende jaren gepland? Hoe ziet de bouwconjunctuur eruit voor de aankomende 12 jaar? Als basis zouden de conclusies van dit onderzoek kunnen worden toegepast.

In tabel 6 zijn een aantal mogelijke afschrijvingsperiodes weergegeven. Bij optie D en E speelt men ongeveer quitte in vergelijking met het bestaande bouwsysteem van Westpoint. Optie A en B lijken het gunstigst. Optie A is echter niet reëel, omdat er in 15 jaar minimaal 7 maal het Big Canopy bouwsysteem zal moeten worden toegepast op een soortgelijk project als Westpoint. Daarvoor is optie B het meest reëel. In 12 jaar zullen ongeveer 5 á 6 projecten worden gerealiseerd met behulp van het Big Canopy bouwsysteem.

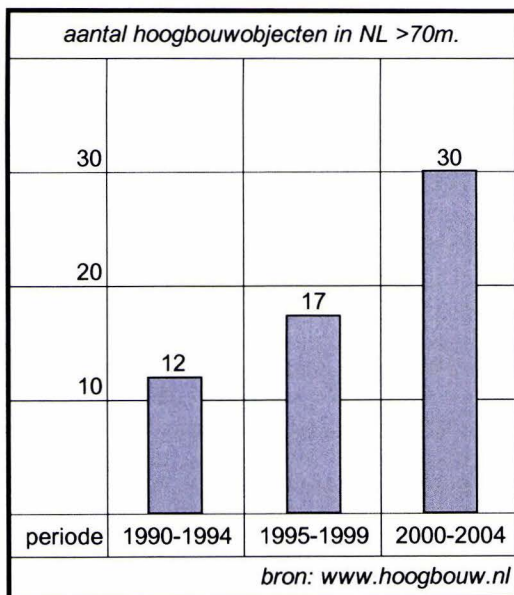
Mocht het verschil in kosten tussen de twee bouwsystemen 0 zijn, dan zou de afschrijving van de hijsinstallatie per maand € 40.966 mogen bedragen voor project Westpoint: 'break/even'-point.

Westpoint heeft een BVO van 41877 m². De afschrijving van de hijsinstallatie bedraagt € 0,52/m² BVO. Het 'break/ even' punt bij de vergelijking van de twee bouwsystemen ligt op € 40.966/ maand afschrijving op de hijsinstallatie. Daarmee kan 21302 m² BVO mee worden gerealiseerd. Dit zijn ongeveer 24 verdiepingen (72m. hoogte). Op basis hiervan kan worden aangenomen dat het gebruik van de hijsinstallatie van het Big Canopy bouwsysteem rendabel kan zijn bij projecten boven de 70m. hoogte.

De aannames welke zijn gedaan kunnen fluctueren in de situatie en de tijd. In bijlage 3 is een gevoeligheidsanalyse opgenomen. Een digitale versie is bijgevoegd op cd-rom. Op deze digitale versie is het mogelijk de kengetallen te wijzigen. De tabel bepaalt dan automatisch de afschrijvingsprijs per maand.

	aantal jaar	maanden in gebruik	maanden in opslag	bezettingsgraad	afschrijving per maand
A	15	126	54	70,0%	€ 17.664
B	12	102	42	70,9%	€ 20.450
C	10	84	36	70,0%	€ 23.336
D	8	67	29	69,8%	€ 27.668
E	5	42	18	70,0%	€ 40.886

Tabel 6
Vergelijking afschrijving perioden hijsinstallatie voor Westpoint
'Break/even'-point: € 40.966/ maand



Afbeelding 32

Ontwikkeling hoogbouw in Nederland 1990 - 2004

In afbeelding 32 is weergegeven hoe de afgelopen jaren de hoeveelheid hoogbouw zich heeft ontwikkeld. Met de stagnerende economische groei van dit moment lijkt het er niet op dat de aankomende jaren de stijgende lijn wordt doorgezet. Er wordt verwacht dat de hoogbouwproductie zal terugvallen tot het nivo van 1995-1999. [31, 50] Dat betekent dat er de aankomende jaren ongeveer 3 projecten per jaar worden opgeleverd boven de 70m. hoogte. Als het Big Canopy bouwsysteem 12 jaar wordt ingezet op 6 projecten, dan zal dit bouwsysteem 17% van de hoogbouwmarkt voor haar rekening nemen.

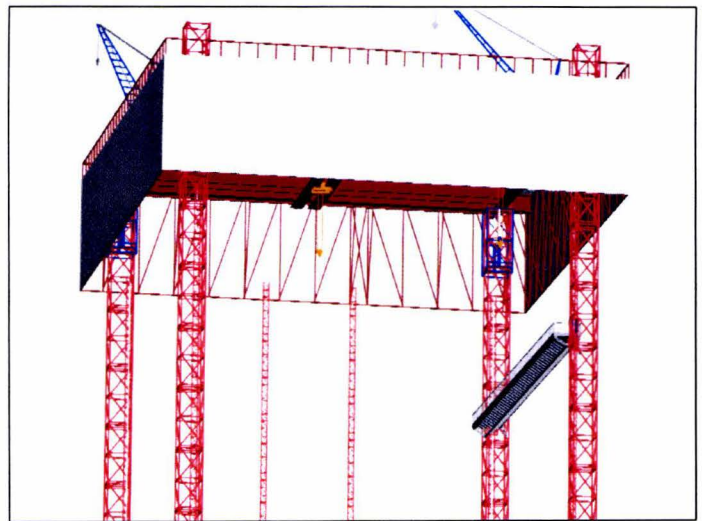
8.4 Programma van Eisen

De conclusies van het onderzoek dienen als onderlegger voor het ontwerp. Deze onderlegger is het programma van eisen voor HoogbouwPro. Dit hoogbouwproductiesysteem is een aanpassing van het Big Canopy bouwsysteem.

De basiskennmerken van de hijsinstallatie van het Big Canopy bouwsysteem:

- ~ Gebruik van 4 masten welke aan de buitenzijde van het te bouwen object staan.
 - ~ Toepassing van een tijdelijk constructiedak, welke gedragen wordt door de 4 masten.
 - ~ Verticaal transport van materiaal en materieel geschiedt d.m.v. een lift aan de buitenzijde van het te bouwen object.
 - ~ Horizontaal transport op de bovenste verdieping geschiedt d.m.v. 3 hangloopkranen met loopkat, welke onafhankelijk van elkaar kunnen bewegen, en aan elkaar kunnen worden gekoppeld.
 - ~ Het parallel klimmen van het constructiedak met de hijsinstallatie over de masten.
- [23]

Deze kenmerken blijven behouden bij het ontwerp van HoogbouwPro. Er worden een aantal aanpassingen gedaan. Deze aanvullende eisen vormen de uitgangspunten van de aanpassingen.



Afbeelding 33

Illustratie HoogbouwPro

Uit de conclusies van het onderzoek blijkt dat er door het toepassen van een hijsinstallatie sneller en goedkoper kan worden gebouwd. De arbeidsomstandigheden worden licht verbeterd, maar daaruit vloeien geen kostenbesparingen of tijdsbesparingen voort. Het Big Canopy bouwsysteem haalt haar winst uit de geïntegreerde logistieke aanpak. Het materieel speelt hierin een belangrijke rol. Hierin kunnen nog een aantal aanpassingen worden gedaan.

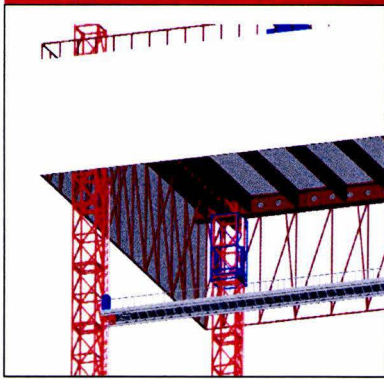
Aanvullende eisen HoogbouwPro

- 1) Optimale benutting materieel: onderdelen hijsinstallatie voor meerdere doelen gebruiken;
- 2) Geïntegreerde ontmanteling hijsinstallatie: zo min mogelijk extra inzet materieel;
- 3) Weersinvloeden uitsluiten: neerslag, wind en vorst mogen zo min mogelijk verlet veroorzaken;
- 4) Flexibiliteit bouwmethode: het hoogbouwproductiesysteem moet toepasbaar zijn op verschillende bouwmethodes;
- 5) Een bouwtijdreductie van minimaal 20% ten opzichte van een 'traditioneel' bouwsysteem.

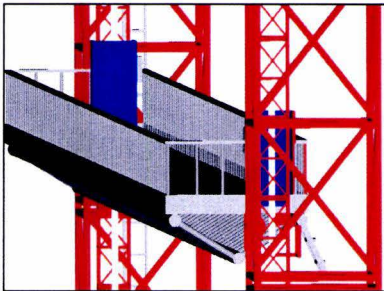
8.5 Onderdelen

In deze paragraaf wordt HoogbouwPro samengesteld als universeel bouwsysteem. Dit zou door een bedrijf kunnen worden ontwikkeld en worden verhuurd.

De investering die wordt gedaan voor de aanschaf van de hijsinstallatie is gebaseerd op een hoogte van 146,6m. (hoogte hijsinstallatie voor Westpoint). Mocht de hijsinstallatie worden toegepast op projecten lager dan 146,6 meter, dan heeft dat geen invloed op de afschrijving. De hijsinstallatie is immers al ingekocht en opgeslagen. Aan het einde van deze paragraaf is tabel 7 weergegeven met daarin de kosten voor het gebruik van HoogbouwPro.



Afbeelding 34 + 35
Illustratie
transportsteiger
HoogbouwPro



1) Masten

Bij het Big Canopy bouwsysteem worden de masten gebruikt voor het afdragen van de verticale draaglast. De 4 masten dragen het dak en zorgen voor de stabiliteit van de hijsinstallatie. De masten kunnen gebruikt worden voor verticaal transport. Verticaal transport voor de gevel wordt opgevangen door transportsteiger tussen de masten (eis 1: optimale benutting materieel).

Masten: 2070(L) x 2095(B) x 5235(H) per segment:
€ 10.000
Verankering: € 10.000/ stuk.

2) Personenvervoer

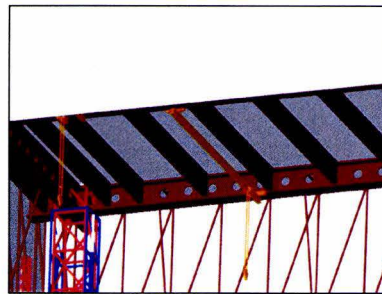
Het personenvervoer wordt opgevangen door een personen-/ goederenlift. Daarin kunnen ook afbouwmaterialen worden vervoerd.

Personen-/ goederenlift:
PML 2000 single, 22-25 personen (Bron: HEK Nederland BV): € 20.700/ gebruik + € 1.464/ week

3) Transportsteiger

Tussen de masten van de hijsinstallatie is er de mogelijkheid een transportsteiger te plaatsen aan welke gevel dat noodzakelijk is. Hierop kunnen materiaal en personen worden getransporteerd t.b.v. de gevelsluiting. Deze transportsteiger is te gebruiken voor o.a. de gevel. De randvoorwaarde is wel dat de gevellijn parallel loopt met de daklijn van het constructiedak. Type en afmeting zijn afhankelijk van het project. Voor Westpoint zou de hefsteiger, type MSFH dubbelmast met een hefvermogen van 1800 kg. voldoen. De masten van de hefsteiger worden bevestigd aan de masten van de hijsinstallatie. Er zijn derhalve geen extra verankeringen voor de hefsteiger nodig (eis 1: optimale benutting materieel).

Hefsteiger, type MSHF enkelmast/ op voetplaat (Bron: HEK Nederland B.V.)
Capaciteit: 1,8t., hefsnelheid 12m./min.
Vaste kosten: € 15.882
Huurkosten: € 1.191 p/week (Op basis van 142m. Hoogte)



Afbeelding 36
Illustratie zicht onder
het constructiedak
van HoogbouwPro

4) Bovenloopkranen

2 x EDL enkelligger hangloopkraan, max. overspanning 17m., draaglast 6,3t., richtprijs € 18.500 per systeem (Bron: ABUS Kraansystemen BV)
Gewicht: loopkat + hoofdlijger + rol mechanisme: 3000 kg.

De middelste bovenloopkraan heeft een kleinere reikwijdte.
Aanname prijs: € 18.500
aanname gewicht 1500 kg.

Prijs bovenloopkranen: 3 x € 18.500 = € 55.500

6) Topkraan

Het constructiedak klimt over de masten omhoog. De masten worden opgehoogd met nieuwe mastelementen van boven af. Twee topkranen staan boven op het constructiedak om de masten op te toppen. Op het constructiedak is rails aanwezig waarover de topkraan zich beweegt. (zie afbeelding 37) Deze topkraan wordt ook gebruikt bij de ontmanteling van de installatie. De randen van de hijsinstallatie zakken langs de masten naar beneden, gebruik makende van de kliminstallatie. De rails met topkraan blijven gehandhaafd en wordt ingezet voor het lossen van de mastelementen. (eis 2: geïntegreerde ontmanteling hijsinstallatie)

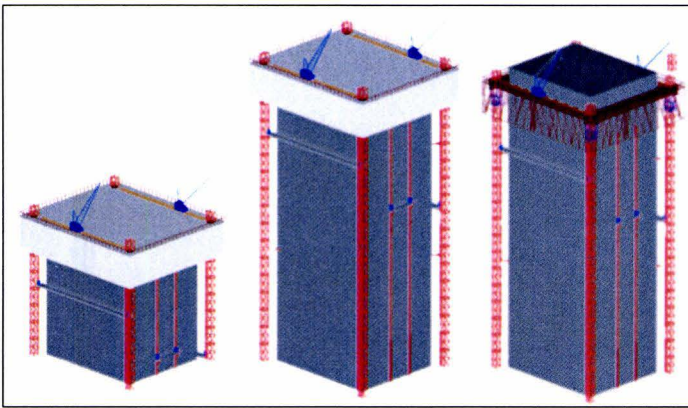
Dit kraansysteem wordt opgebouwd uit een samenstelling van losse componenten welke verkrijgbaar zijn bij verschillende leveranciers. De ontwikkeling en realisering van de topkraan met rails: € 50.000, gewicht 12000 kg., hefvermogen 6t.

Een variant zou het gebruik van klimkooien kunnen zijn. Er is dan geen topkraan nodig op het constructiedak. De hijsinstallatie is dan zelfvoorzienend voor het klimmen van het constructiedak. Het nadeel hiervan wordt duidelijk bij het ontmantelen van de hijsinstallatie. Er zal dan een mobiele kraan moeten worden ingezet om de hijsinstallatie af te breken. Deze mobiele kraan zou een hefhoogte van bijvoorbeeld 150m. moeten hebben. Hier hangt een omvangrijk prijskaartje aan. Het gebruik van een mobiele kraan voor de volledige ontmanteling van de hijsinstallatie voldoet niet aan eis 2: geïntegreerde ontmanteling hijsinstallatie, en valt derhalve af.

7) Constructiedak

Door Obayashi Corporation (Japan) wordt geadverteerd dat er met het Big Canopy bouwsysteem weersonafhankelijk kan worden gebouwd. Daar kunnen wat vraagtekens bij worden gezet.

De werkplek is beschermd tegen regen. Slechts slagregens met een sterke wind kunnen op de werkplek komen. Dit is duidelijk een voordeel. Niet alleen voor de arbeidsomstandigheden maar ook voor de reductie van het aantal onwerkbare dagen.



Afbeelding 37
 Illustratie HoogbouwPro: 1e stap: positie na 1e verankering. 2e stap: mogelijke eindpositie. 3e stap: ontmanteling

De constructie van het Big Canopy bouwsysteem is berekend op windkracht 11 (Bf). Door de korte hijsbewegingen is er een reductie van het windverlet. Doordat de materialen vervoerd worden met de constructielift hebben de hijskabels een maximale lengte van 10 meter. Toch zal het behoorlijk waaien boven de 100 meter hoogte. De werknemers kunnen dit als onplezierig ervaren en de veiligheid komt in het gedrang.

De werkplek kan relatief eenvoudig worden omsloten. Een geconditioneerde werkplek kan worden gecreëerd door een omsluitende constructie rondom de masten te maken ter hoogte van de verdieping waar de ruwbouw zich afspeelt. De gevoelstemperatuur in de winter ligt dan hoger en het aantal verletdagen door vorst wordt verminderd. Er kan namelijk ook gewerkt worden met warmtebronnen (bouwverwarming, gaskanon, etc.) op de verdieping.

Deze omsluiting kan worden gecreëerd d.m.v. doeken of beplating. Er wordt hier gekozen voor beplating. Doeken zullen sneller loswaaien op hoogte. Beplating heeft als voordeel dat er ook een lichte mate van geluiddemping plaatsvindt. Dit levert een reductie voor het omgevingsgeluid op.

De hoogte van de beplating wordt vastgesteld op 8000mm. Dit is ongeveer de vrije hoogte tussen verdiepingvloer en dakrand constructiedak. Er wordt wel extra verlichting geplaatst. (eis 3: weersinvloeden uitsluiten)

De staalprijs (incl. verzinken, monteren en schilderen) wordt op ongeveer € 3,-/kilo bepaald. Het constructiedak weegt 200t. (incl. Bovenloopkranen, verreiker op dak en kliminstallatie), op basis van een constructiedak van 38 x 44m.

De extra beplating inclusief constructie rondom met een hoogte van 8000mm. heeft een gewicht van: 10.000 kg

Gewicht totaal dakopbouw:	200.000 kg.
Bovenloopkranen (2x 3000 kg. + 1500 kg):	- 7.500 kg.
Kliminstallatie	- 4.000 kg.
Topkraan met rails	- 12.000 kg.
Extra beplating	+ 10.000 kg.

Gewicht staalconstructie dakopbouw: 186.500 kg.

→ Richtprijs staalconstructie dakopbouw:
 186.500 x € 3,- = € 559.500

8) Kliminstallatie

Elke mast is uitgerust met een hydraulisch klimmechanisme. Het herontwerp heeft geen betrekking op een wijziging van de kliminstallatie.

9) Constructielift

Deze goederenlift wordt uitgevoerd als hefsteiger. Het herontwerp heeft geen betrekking op een wijziging van de constructielift.

10) Vervoer

Het herontwerp heeft geen betrekking op de kosten van het vervoer.

11) opbouw en afbouw

De hijsinstallatie wordt opgebouwd met behulp van een mobiele kraan. Het herontwerp heeft geen betrekking op de kosten van de opbouw en afbouw

onderdeel	omschrijving	specificatie	prijs
masten	146,6m. hoogte	4 x € 310.000	€ 1.240.000
Dakconstructie	Bovenloopkraan	3 x € 18.500	€ 55.500
	Kliminstallatie	4 x € 35.000 + € 10.000	€ 150.000
	Staalconstructie	186.500 kg. x € 3,-	€ 559.500
Topkraan	2x Met rails	Vlucht 16m., 12000kg.	€ 100.000
Constructielift	Hefsteiger	APF dubbelmast	€ 170.000
totaal	investering		€ 2.275.000
Personen-/goederenlift	Singel, 40m./min.	€ 20.700/ gebruik + € 1.464/ week	
Vorkheftruck	Tbv constructielift	€ 1.085/ maand	
Mobiele kraan	Opbouw en afbouw	Per gebruik € 40.000	
Vervoer	Aan-/ afvoer	Per gebruik € 344.800	
Transportsteiger	Tussen de masten tbv gevel	€ 15.882/ gebruik + € 1.191/ week	
Totaal	Projectgebonden kosten	Afhankelijk van parameters project	

Tabel 7
 Kostentabel HoogbouwPro

Afschrijving

12 jaar: 144 maanden
 in gebruik: 102 maanden
 in opslag: 42 maanden
 bezettingsgraad 70,9%
 onderhoudskosten: 8%
 opslagkosten: € 1.860/ maand

investering: € 2.275.000
 onderhoud: 8% van € 2.275.000: € 182.000
 opslag: 42 x € 1.860 € 78.120+
€ 2.535.120

Annuiteit (5% over 144 maanden) € 23.447
 [56]

8.6 Terugkoppeling Westpoint

In afbeelding 38 is de algemene prognoseschaal van hoogbouw aangegeven. Daaruit is op te maken dat er tussen de ruwbouwschaal en afbouwschaal 18% verschil in werkdagen zit. Doordat er een geconditioneerde werkomgeving ontstaat binnen HoogbouwPro kunnen het aantal onwerkbaar dagen worden teruggedrongen. Tijdens de opbouw en ontmanteling van de hijsinstallatie zal de ruwbouwschaal van zone B gebruikt worden. Tijdens het gebruik (gedurende de ruwbouw) kan de afbouwschaal worden toegepast. Er heersen namelijk dezelfde omstandigheden als tijdens de afbouw. Dit kan een reductie aan bouwtijd tijdens de ruwbouw opleveren van 18%.

De aanpassingen van de hijsinstallatie hebben invloed op de uitvoeringsaspecten bij de realisering van de woontoren van Westpoint.

Eis 1: optimale benutting materieel: De toepassing van een transportsteiger over de volle breedte van de toren vervangt het gebruik van het 'Nolleke II systeem'. De stabiliteit van de masten van de hijsinstallatie dient ook voor de stabiliteit van de transportsteiger, omdat deze aan elkaar zijn bevestigd. De plaatsing en afwerking van de gevel kan gerealiseerd worden met behulp van deze transportsteiger.

Bij het bestaande bouwsysteem van Westpoint werden een drietal personen-/ goederenliften ingezet, waarvan er één niet maximaal bezet werd. Het verticale transport van materiaal bij gebruik van de hijsinstallatie wordt voor een groot deel opgevangen door de constructielift.

Eis 2: geïntegreerde ontmanteling hijsinstallatie:

De twee topkranen kunnen een groot deel van het constructiedak ontmantelen. De 'ribben' van het dak, welke van mast tot mast lopen, zakken via de masten naar beneden. Daarvoor wordt de kliminstallatie gebruikt. De twee topkranen kunnen zich over deze 'ribben' blijven bewegen en ontmantelen zo de masten. Pas als het geheel op het maaiveld is aanbeland, zal er een mobiele kraan worden ingezet om het restant af te voeren.

Eis 3: Weersinvloeden uitsluiten:

De beplating van het constructiedak wordt uitgebreid naar de onderzijde. Zo wordt de verdieping waarop gewerkt wordt, afgesloten van haar omgeving. Regen en wind kunnen niet op de werkplek komen. Met behulp van warmtebronnen wordt de werkplek vorstvrij gehouden.

PROGNOSESCHAAL HOOGBOUW		
gebouwhoogte groter dan 10m.		
	afbouwschaal	ruwbouwschaal zone B
		t/m windkracht 7
januari	20	10,5
februari	20	11
maart	23	18
april	20	19
mei	18	16,5
juni	22	21
juli	7	6
augustus	22	20
september	22	20
oktober	21	19,5
november	22	17,5
december	18	12,5
gemiddeld per maand	19,6	16

resterend aantal werkbare werkdagen na aftrek van feestdagen, snipper- en vakantiedagen, windverlet, vorstverlet en regenverlet

Afbeelding 38

Prognoseschaal hoogbouw [21]

Eis 4: Flexibiliteit bouwmethode

In de analyse van HoogbouwPro is reeds aangegeven dat voor meerdere bouwmethoden de hijsinstallatie is in te zetten. Doordat er na aanpassing een geconditioneerde werkomgeving is gecreëerd, werkt HoogbouwPro uitstekend bij montagebouw en assemblagebouw. De werkomgeving is te vergelijken met een industriehal. Toch blijft de ontwerpvrijheid voor het gebouw gewaarborgd, omdat de masten los staan van het te bouwen object.

Eis 5: minimale bouwtijdreductie van 20%

Het percentage onwerkbaar dagen welke direct veroorzaakt worden door weersinvloeden bedraagt 18% van het totale aantal werkdagen. Doordat de ruwbouw vanaf nivo 0 wordt gerealiseerd met de hijsinstallatie reeds in werking, levert dat een extra reductie van de bouwtijd op. De vergelijking tussen het bestaande bouwsysteem van Westpoint en het Big Canopy bouwsysteem geeft aan dat er een bouwtijdverkortening van 65 werkdagen optreedt. Na aanpassing van de hijsinstallatie worden de onwerkbaar dagen teruggedrongen in de ruwbouwfase. Dit levert nog 33 werkdagen extra reductie op. In totaal zal Westpoint in een tijdsbestek van 386 werkdagen gebouwd kunnen worden door toepassing van HoogbouwPro (in tegenstelling tot de 484 werkdagen van het bestaande bouwsysteem). Dit is een bouwtijdverkortening van ruim 20%.

Brochure

Bijgevoegd bij dit rapport is een brochure waarin HoogbouwPro wordt omschreven. Deze brochure dient als productblad van het bouwsysteem. Dit rapport dient als verantwoording van de informatie in de brochure.

De brochure van HoogbouwPro is een uitstekend middel om de bevindingen van dit rapport kracht bij te zetten en onder belangstelligen te verspreiden.

9 AANBEVELINGEN

Afbakening

Er zijn verscheidene onderwerpen van onderzoek op het gebied van de gemechaniseerde hoogbouwsystemen. Eén bouwsysteem uit Japan is onder een loep gelegd en vergeleken met één hoogbouwproject in Nederland. Dit gebied is dus sterk afgebakend. Om een compleet overzicht te verkrijgen van hoe Japanse bouwsystemen voor hoogbouw zich kunnen handhaven op de Nederlandse hoogbouwmarkt, zal er op velerlei gebieden onderzoek moeten worden gedaan. Allereerst zal er moeten worden gekeken naar de verschillende bouwsystemen uit Japan. Al deze uitvoering mogelijkheden zullen dan moeten worden vergeleken met verschillende hoogbouwprojecten in Nederland. Het is zeker interessant om marktonderzoek te laten plaatsvinden naar de hoogbouwproductie in Nederland of Europa. Er kan dan een goed beeld worden gecreëerd of een investering van een hoogbouwproductiesysteem rendabel is.

HoogbouwPro

Het herontwerp van het Big Canopy bouwsysteem in HoogbouwPro dient uitgebreid te worden getoetst voordat het in gebruik zal worden genomen. De voorkeur geniet een testfase waarin HoogbouwPro wordt vergeleken met verschillende hoogbouwprojecten in Nederland welke gebouwd worden met verschillende bouwmethoden. Er zal dan een beeld worden geschetst of de aanpassingen van dit herontwerp positief zullen uitpakken en in welke mate.

De toekomst

De Japanse uitvoeringstechnieken blijken toch interessante onderzoeksonderwerpen op te leveren. In dit rapport is er sterk afgebakend op hoogbouw met daarbij één bouwsysteem en een vergelijking met één project in Nederland. Er zijn dus nog voldoende mogelijkheden voor vervolgonderzoek. Naar aanleiding van de conclusies van dit onderzoek lijkt het ook niet onverdienstelijk om bij een volgend hoogbouwproject eens naar de Japanse hoogbouwsystemen te kijken.

Bij Westpoint blijkt de toepassing van het Big Canopy bouwsysteem gunstig uit te pakken. In de lijn der verwachting zal door toepassing van HoogbouwPro er een nog gunstiger resultaat worden behaald op het gebied van bouwtijd, kosten en arbeidsomstandigheden.

HoogbouwPro is een kwalitatief hoogstaand alternatief voor de realisatie van hoogbouwprojecten. Snelheid, veiligheid en kostenbesparing zijn de speerpunten van dit bouwsysteem.

Op de wijze hoe dit rapport is ontstaan, kan er ook voor andere hoogbouwproductiesystemen uit Japan een mogelijk herontwerp plaatsvinden. Deze aangepaste, flexibele en gemechaniseerde bouwsystemen voor hoogbouw zullen kunnen concurreren met de 'traditionele' bouwsystemen in Nederland. Wellicht zien over tien jaar de bouwplaatsen van hoogbouwprojecten in Nederland er heel anders uit.

REFERENTIES

Dit rapport is mede tot stand gekomen door:

Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde

ir F.J.M. van Gassel, voorzitter afstudeercommissie

prof. ir F.J.M Scheublin, 1e begeleider
afstudeercommissie

The logo for TU/e, consisting of the letters 'TU/e' in a bold, blue, sans-serif font.

Ballast Nedam Bouw, speciale projecten

W.H. van Dijk, hoofd bouwmethodieken, 2e begeleider
afstudeercommissie



Ballast Nedam Bouwmaterieel

H.J.H. Hertsenbergh, hoofd materieel, bekistingen &
steigers

HEK Nederland B.V.

K. van Laerhoven

T. Sterenberg



BRONVERMELDING

Afbeeldingen

Afbeelding 01
www.takenaka.co.jp (02-09-2003)

Afbeelding 02
Presentatie college *Mechanisatie op de bouwplaats*, ir F.J.M. van Gassel, Technische Universiteit Eindhoven, 2001

Afbeelding 03
www.bam.nl (04-09-2003)

Afbeelding 04
Presentatie 'Westpoint', Ballast Nedam Bouw, speciale projecten (2003)

Afbeelding 05
www.skylinecity.info (03-02-2004)

Afbeelding 06
www.westpoint-tilburg.nl (10-09-2003)

Afbeelding 07, 08, 09
Presentatie 'Westpoint', Ballast Nedam Bouw, speciale projecten (2003)

Afbeelding 10
Studiereis Support, ir F.J.M. van Gassel, Technische Universiteit Eindhoven (1999)

Afbeelding 11
www.takenaka.co.jp (02-09-2003)

Afbeelding 12, 13
Presentatie college *Mechanisatie op de bouwplaats*, ir F.J.M. van Gassel, Technische Universiteit Eindhoven, 2001

Afbeelding 14
Studiereis Support, ir F.J.M. van Gassel, Technische Universiteit Eindhoven (1999)

Afbeelding 15
Presentatie college *Mechanisatie op de bouwplaats*, ir F.J.M. van Gassel, Technische Universiteit Eindhoven, 2001

Afbeelding 17
www.bca.gov.sg (20-06-2004)

Afbeelding 18
Tatsuya Wakisaka, e.a., *Automated construction system for high-rise reinforced concrete buildings*, Automation in Construction 9, pag. 229-250, Elsevier Science B.V., juni 1999

Afbeelding 19
www.obayashi.co.jp/english (03-09-2003)

Afbeelding 30
www.Abus.nl (19-03-2004)

Afbeelding 38
Stichting Bouwresearch, *Informatiekaart Uitvoeringstijd-model*, onderdeel van SBR-rapport A45-1

literatuur

[1]Baarda, D.B. en Goede, M.P.M. de, *Methoden en technieken, basisboek*, Houten, 1997

[2]Baarda, D.B., e.a. *Kwalitatief Onderzoek, basisboek*, Houten, 1997

[3]Beemster, W, *Bouwen in Japan*, Nieuwegein 2002

[4]Boonekamp, H.A.L en Paap, J.A., *Betere arbeidsomstandigheden door verletbestrijding*, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, november 2000

[5]*De Bolder*, lezing Capita selecta Milieusparend bouwen, college *Voor de pers uit*, 10 april 2002, Technische Universiteit Eindhoven, 2002

[6]Economisch Instituut Bouwnijverheid, *Bouw/Werk 29e* jaargang nummer 1, Amsterdam, februari 2004

[7]Elling, R, e.a., *Rapportagetechiek*, Delft, 1999

[8]Erve, H.J. van het, *Bouwprocesleer*, dictaat Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, november 1999

[9]Gassel, F.J.M. van, *Mechanisatie op de bouwplaats*, Dictaat Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, september 1999

[10]Groot, T.S., de, *Beperken van logistieke risico's bij het uitvoeren van binnenstedelijke hoogbouwprojecten*, Afstudeerverslag TU/e & HBG, Capelle aan den IJssel, 2002

[11]Kooij, E. van, *Ontwikkelingen in de bouw in Japan*, Technieuws, maart 2001

[12]*Kwalitatieve Analysetechnieken*, Reader bij Projectwerk 8 van Uitvoeringstechniek, Technische Universiteit Eindhoven, 2001

[13]Levy, S.M., *Japan's Big Six, Inside Japan's construction industry*, McGraw-Hill inc. 1993, USA

[14]Maas, G.J., e.a., *Uitvoeringstechniek 1*, dictaat, Bouwkunde, sectie Uitvoeringstechniek, Technische Universiteit Eindhoven, juli 1996

[15]Maas, G.J., e.a., *Uitvoeringstechniek 2*, dictaat, Bouwkunde, sectie Uitvoeringstechniek, Technische Universiteit Eindhoven, oktober 1996

[16]Poortman, E.R., Bons, H.N.M., *De besturing van bouw materiaalstromen, herziene versie*, Universitair Centrum voor bouwproductie, Technische Universiteit Eindhoven, 1995

[17] *Projectencollege 7T641 "Delftse Poort" - Kantoorgebouw te Rotterdam*, dictaat, Technische Universiteit Eindhoven, 1992

[18] *Prefabrication and industrialization construction in Japan*, Reader Capita Selecta Bouwtechniek, Technische Universiteit Eindhoven, november 2002

[19] *Reisverslag studiereis Japan*, SUPport studievereniging BT en UT, Technische Universiteit Eindhoven, Mei 1999

[20] RRB bouw, *Het Japanse Bouwproces*, researchverslag, Zoetermeer 1997

[21] Stichting Bouwresearch, *Informatiekaart Uitvoeringstijlmodel*, onderdeel van SBR-rapport A45-1

[22] Striekwold, M.E.A., *Logistiek Begrippenlijst*, 2e druk, Kluwer Bedrijfswetenschappen, Deventer 1990

[23] Tatsuya Wakisaka, e.a., *Automated construction system for high-rise reinforced concrete buildings*, Automation in Construction 9, pag. 229-250, Elsevier Science B.V., juni 1999

[24] Vissers, M.M.J., *Vorbereiding van de Uitvoering*, werkmap bij het werkcollege, Bouwkunde, sectie Uitvoeringstechniek, Technische Universiteit Eindhoven, 2000

[25] *VVT-gids 2003-2004*, Vereniging Vertikaal Transport, Culemborg 2003

[26] Yagi, J., *Robotic Construction in the 21st Century in Japan - IF7II*, Onderdeel van het 20e ISARC-congres: The Future Site, Symposium IFD bouwen, Technische Universiteit Eindhoven, 23 september 2003

Internet

[27] www.cbs.nl
website van het Centraal Bureau van Statistiek

[28] www.cibworld.nl
Website van *International council for research and innovation in building and construction*

[29] www.technieuws.nl
Website van de technisch wetenschappelijke attache's

[30] www.skyscrapers.com

[31] www.hoogbouw.nl
Website van Stichting Hoogbouw Nederland

[32] www.takenaka.co.jp
website van Takenaka corporation Japan

[33] www.ballast-nedam.nl

[34] www.westpoint-tilburg.nl

[35] www.Mammoet.com
website van Mammoet, met als hoofdkantoor *De Bolder*

[36] www.cobouw.nl
Website van Het dagblad van de bouw

[37] www.volkerwessels.nl
website van Koninklijke Volker Wessels Stevin

[38] www.bouwenmetstaal.nl

[39] www.skylinerotterdam.info

[40] www.emporis.com
website van internationale stichting *Emporis* die zich kenmerkt als *information provider about real estate and construction industries*

[41] www.shimz.co.jp/english
website van Shimizu Corporation, Japan

[42] www.obayashi.co.jp/english/
website van Obayashi Corporation, Japan

[43] www.kajima.co.jp/welcome.html
website van Kajima Corporation, Japan

[44] www.taisei.co.jp/english
website van Taisei Corporation, Japan

[45] www.jice.or.jp
website van de *Japan Institute of Construction Engineering*

[46] www.grovetworldwide.com
website van kraanbedrijf Grove

[47] www.manitowoccranegroup.com
website van een groep internationale kraanbedrijven

[48] www.potain.com/index.cfm
website van Potain, kraanbedrijf met oorsprong in Frankrijk

[49] www.liebherr.de
website van Liebherr, multinational uit Duitsland

[50] www.eib.nl
website van het Economisch instituut voor de bouwnijverheid te Amsterdam

[51] www.bbzfnnv.nl
website van Bureau Beroepsziekten FNV

[52] www.abus.nl
website van ABUS Kraansystemen BV te IJsselstein

[53] www.HEK.nl
website van HEK Nederland B.V.

[54] www.colle-sittard.nl
website van machineverhuurbedrijf Collé uit Sittard

[55] www.bca.gov.sg
website van 'building and construction authority', Singapore

[56] www.hypotheek-abc.nl
Website voor o.a. het bereken van een maandelijke annuïteit.

BIJLAGEN

- Bijlage 1: Referentieproject Big Canopy Bouw-
systeem
(Tatsuya Wakisaka, e.a., *Automated
construction system for high-rise
reinforced concrete buildings*, Automation
in Construction 9, pag. 229-250, Elsevier
Science B.V., juni 1999)
- Bijlage 2: Artikel 5 van de arbeidsomstandig-
hedenwet, *Bureau beroepsziekten FNV*
- Bijlage 3: gevoeligheidsanalyse:
1) Westpoint - Big Canopy bouwsysteem
2) Hoogbouw**Pro**
- Bijlage 4: Terreininrichting tekening Westpoint
bestaand bouwsysteem (blad 01)
- Terreininrichting tekening Westpoint Big
Canopy bouwsysteem (blad 02)

Bijlage 1

Referentie project

BRON: Tatsuya Wakisaka, e.a., *Automated construction system for high-rise reinforced concrete buildings*, Automation in Construction 9, pag. 229-250, Elsevier Science B.V., juni 1999

Gegevens toren

Yachiyo, Chiba Prefecture, in de regio van Tokyo (Jp);
26 verdiepingen, appartementen: 91m hoogte;
standaard verdiepingshoogte 3.1m; nivo 1, 2 en 26:
verdiepingshoogte 5,3m.;
2 verdiepingen parkeren en 2 verdiepingen winkels;
toren opp. verdieping 34,9m. x 33,7m. met in het midden
een open gedeelte: 1200 m² BVO per verdieping;
totaal 31200 m² BVO

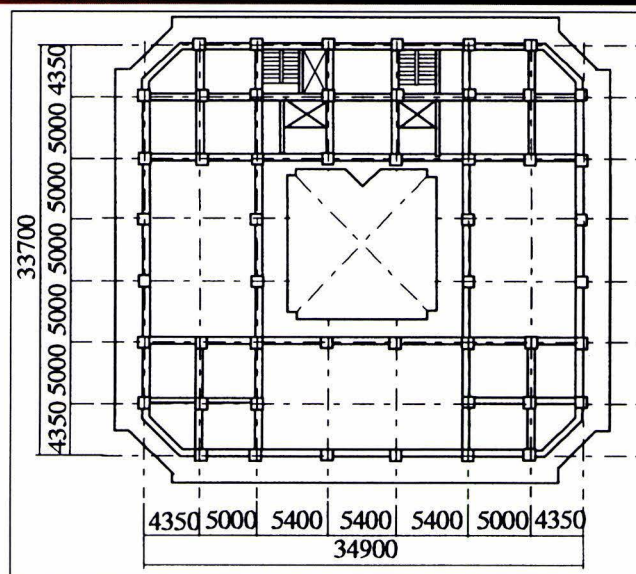
Tijdelijk dakconstructie berekent op:

- permanente belasting: windsnelheid van 16 m/s (=58 km/h, 7 Bf)
- tijdelijke belasting: windsnelheid van 35 m/s (= 126 km/h, 11 Bf)
- zware aardbeving: $k=0,2 / k=0,1$ (tijdens klimmen)

Kraanpoten: 1900 x 1900 mm, segmenten van 6000 mm. hoogte, gewicht 6t.

Constructiedak

Staalconstructie bedekt met dunne stalen platen, opp. 42m x 49m, 3 bovenloopkranen
Totaalgewicht installatie: 600 ton (incl. masten, kraantje op dak, dakconstructie, bovenloopkranen en kliminstallatie)

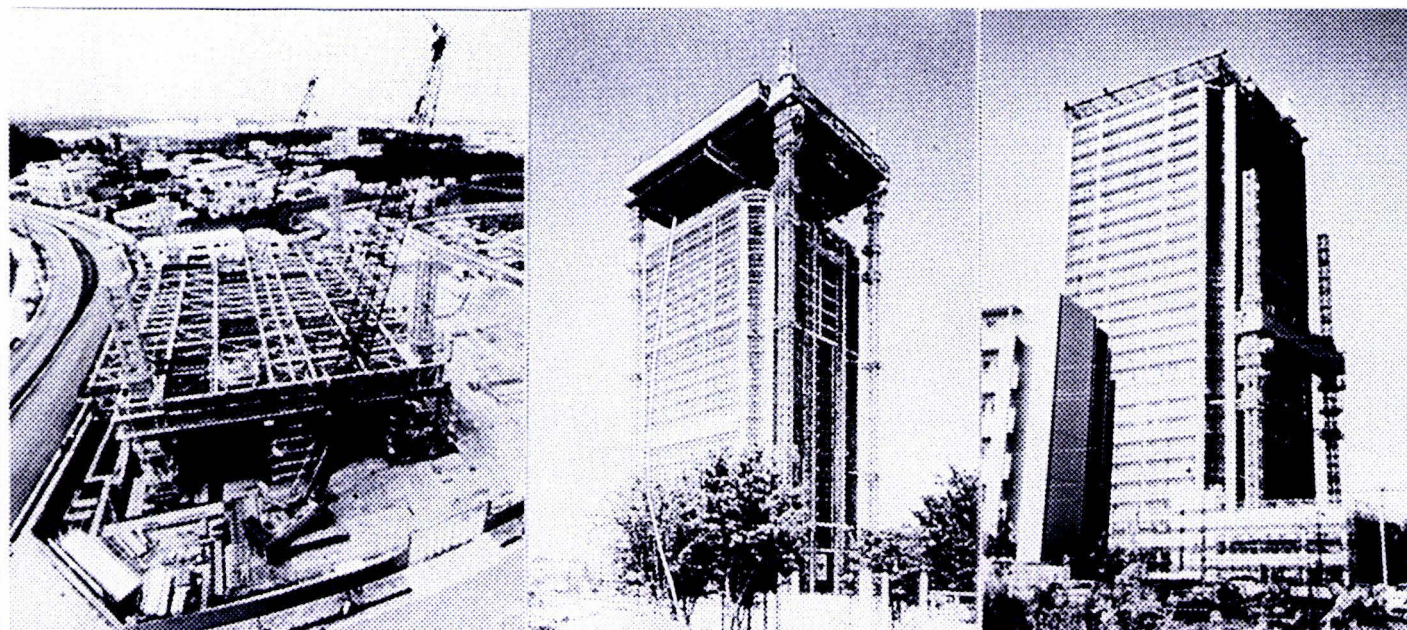


Kliminstallatie

Basis van een torenkraan (180 tm);
Een gesynchroniseerd olie hydraulisch systeem aangestuurd door een "control unit".
Gesynchroniseerd klimmen met een speling van 10mm. Het dak mag niet meer dan 10mm uit de waterpas staan. Op een beeldscherm wordt dit bijgehouden.
Bij ontmanteling van het dak wordt de 'achteruit' stand gebruikt.

Hijsinstallatie

3 bovenloopkranen (overhead crane). De middelste (Delivery crane/ afleverkraan) pikt de materialen van de constructielift en brengt het naar de linkse of rechtse kraan (erection crane/ plaatsingkraan). De overdracht vindt plaats via de hijsinstallatie (electric hoist).
Daarin hangt ook rotatie apparatuur (gyroscopic suspender) om de last te draaien. De rotatie apparatuur werkt op twee manieren. De precieze richting van de last kan worden gerealiseerd. Maar er is ook een autocorrectie mechanisme tegen windinvloeden en draaiersnelingen.



De afleverkraan heeft twee dwarsbalken voor last-overdracht. De lastoverdracht gaat als volgt:

1. Vrije balken van de afleverkraan worden verbonden met die van de plaatsingskraan.
2. De lege hijsinstallatie van de plaatsingskraan wordt naar de afleverkraan geleid.
3. De afleverkraan wordt langzaam verwisseld
4. De andere balk van de afleverkraan wordt verbonden met de balk van de plaatsingskraan
5. De afleverkraan wordt met de last gestuurd naar de plaatsingskraan

Er wordt gewerkt met een afstandsbediening welke aanwezig is op de werkvloer.

Parallel aflever systeem

1. De constructie lift wordt gevuld d.m.v. een ruwterrein kraan
 2. De constructie lift zorgt voor het verticale transport van de last
 3. De last wordt door de afleverkraan naar de plaatsingskranen gebracht
 4. Plaatsing van de last met de plaatsingkranen.
- Deze 4 activiteiten kunnen parallel werken.

Constructielift

De lift wordt opgebouwd met de bovenloopkraan. Gedurende het bouwproces wordt de lift opgehoogd met twee verdiepingen per keer.

Bouwtijd

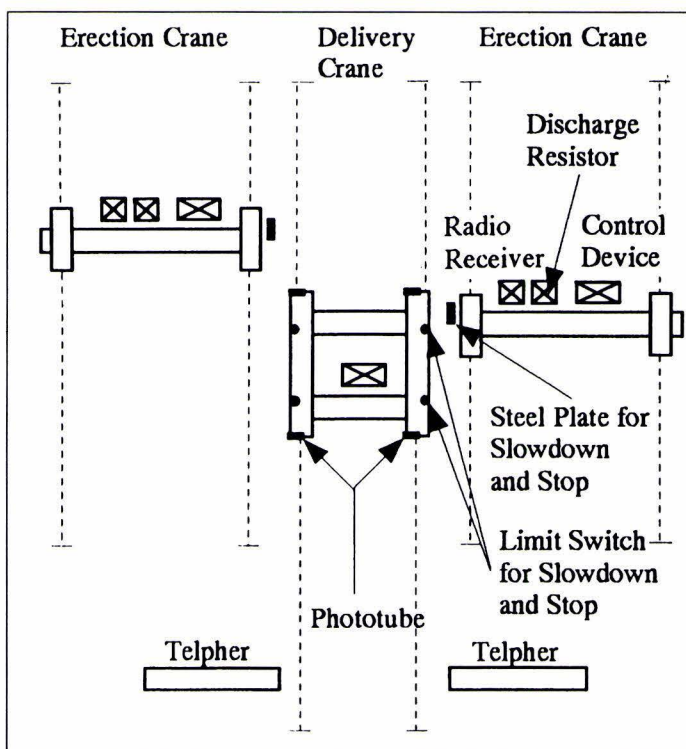
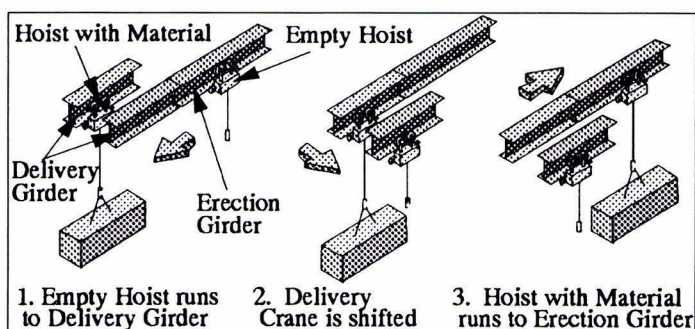
Nadat er de paalfundering is gerealiseerd is de Canopy geïnstalleerd. Dit duurde ongeveer een maand. Men startte in mei 1995 en in augustus 1996 was het casco gereed. In september werd de Canopy ontmanteld. Dit duurde ongeveer 5 weken. De cyclustijd was 7 werkdagen. Het snelst haalbare was 6 werkdagen en gedurende winters weer 8 werkdagen.

Vergelijking

Het referentieproject is vergeleken met een 'traditioneel' systeem. Daarin zou gewerkt worden met twee torenkranen. Na analyse van de hijstijden van de bovenloopkranen blijkt de capaciteit gelijk te zijn aan 2,5 torenkranen.

In vergelijking met dezelfde bouwmethode maar met het gebruik van torenkranen is er een arbeidsreductie van 25%. Bij het gebruik van torenkranen zijn de arbeiders voor meer dan 50% inactief. Bij gebruik van het Big Canopy systeem is er nog minder dan 30% inactiviteit.

De totale bouwtijd zou met 4 maanden kunnen worden verkort in vergelijking met twee torenkranen. Dus van 28 maanden naar 24 maanden. De tijdwinst wordt voor het grootste deel geboekt tijdens de ruwbouw.



Windverlet

Bij het referentieproject zijn 3 meetpunten geïnstalleerd. Er waren 12 dagen wanneer de torenkraan niet had kunnen werken door de sterke wind. Het Big Canopy systeem heeft echter maar 1,5 dagen stilgelegd. Redenen: Door het tijdelijke dak is de windbelasting verminderd met 1/3, er wordt gebruik gemaakt van een materialenlift en door de korte hijskabels van de bovenloopkranen heeft men minder problemen met het zwaaien van de last.

Bijlage 2

Bron: www.bbzfnv.nl, website van Bureau Beroepsziekten FNV (25/04/04)

Arbeidsomstandighedenwet

Volledige tekst van de Arbowet zoals gepubliceerd in Staatsblad 1999, nr. 184 van 18 maart 1999. De ingangsdatum van 1 november 1999 is vastgelegd in Staatsblad 1999, nr. 450 van 25 oktober 1999. Inclusief wijzigingen als gevolg van de Wet van 13 december 2000 tot wijziging van de Arbeidsomstandighedenwet 1998 (Technische verbeteringen en aanpassingen)

Onderstaande tekst geldt vanaf 2000, tenzij anders is aangegeven

Laatste update: 3-7-2003.

Inventarisatie en evaluatie van risico's Artikel 5

1. Bij het voeren van het arbeidsomstandighedenbeleid legt de werkgever in een risico-inventarisatie en -evaluatie schriftelijk vast welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich brengt. Deze inventarisatie en evaluatie bevat tevens een beschrijving van de gevaren en de risicobeperkende maatregelen en de risico's voor bijzondere categorieën van werknemers.

2. De risico-inventarisatie en -evaluatie bevat een lijst van arbeidsongevallen waarop de aard van het ongeval en de datum waarop het ongeval zich heeft voorgedaan wordt geregistreerd.

3. Een plan van aanpak, waarin is aangegeven welke maatregelen zullen worden genomen in verband met de bedoelde risico's en de samenhang daartussen een en ander overeenkomstig artikel 3, maakt deel uit van de risico-inventarisatie en -evaluatie. In het plan van aanpak, over de uitvoering waarvan jaarlijks schriftelijk wordt gerapporteerd, wordt tevens aangegeven binnen welke termijn deze maatregelen zullen worden genomen. De werkgever voert over de jaarlijkse rapportage vooraf overleg met de ondernemingsraad, de personeelsvertegenwoordiging, of, bij het ontbreken daarvan, met de belanghebbende werknemers. Bij dit overleg komt in ieder geval aan de orde het al dan niet meer actueel zijn van de risico-inventarisatie en -evaluatie.

4. De risico-inventarisatie en -evaluatie wordt aangepast zo dikwijls als de daarmee opgedane ervaring, gewijzigde werkmethoden of werkomstandigheden of de stand van de wetenschap en professionele dienstverlening daartoe aanleiding geven.

5. De werkgever zorgt ervoor dat iedere werknemer kennis kan nemen van de risico-inventarisatie en -evaluatie, met inbegrip van de lijst van arbeidsongevallen, bedoeld in het tweede lid.

6. Indien de werkgever arbeid doet verrichten door een werknemer die hem ter beschikking wordt gesteld, verstrekt hij tijdig voor de aanvang van de werkzaamheden aan degene, die de werknemer ter beschikking stelt, de beschrijving uit de risico-inventarisatie en -evaluatie van de gevaren en risicobeperkende maatregelen en van de risico's voor de werknemer op de in te nemen arbeidsplaats, opdat diegene deze beschrijving verstrekt aan de betrokken werknemer.

Gevoeligheids analyse BIG CANOPY bouwsysteem

Rekenmodel bij toepassing op WESTPOINT

peildatum 1 mei 2004

	onderdeel	specificaties	kenmerk		eenheid	aantal		prijs
vaste kosten			hoogte gebouw:	142	m1			
			hoogte hijsinstallatie:	146,6	m1			
	masten	per mast	aantal mastelementen	28	st.	4	€	1.120.000
	verankeringen	per 40m hoogte	aantal per mast	3	st.	4	€	120.000
	bovenloopkraan	3 stuks					€	55.500
	liftinstallatie	tbv 4 masten					€	150.000
	staalconstructie	176.500 kg.	kiloprijs staal	3	Euro		€	529.500
vaste kosten:							€	1.975.000
projectgebonden kosten	topkraan/verreiker	op constructiedak	tijdsduur in gebruik	80	weken	1	€	46.290
	constructielift	APF dubbelmast	tijdsduur in gebruik	70	weken	1	€	208.540
	heftruck	cap. 8t.	tijdsduur in gebruik	78	weken	1	€	19.500
	op en afbouw		per project			1	€	40.000
	aan en afvoer		per project			1	€	344.800
	personeel	aantal manuren	uurloon	35	€/uur	960	€	33.600
projectgebonden kosten:							€	692.730
prognose	afschrijving (in mnd)	bezettingsgraad	opslagkosten	onderhoud	rente			annuïteit
	144	70,9%	78.120	8%	5%			20.450

gemarkeerde velden kunnen worden aangepast

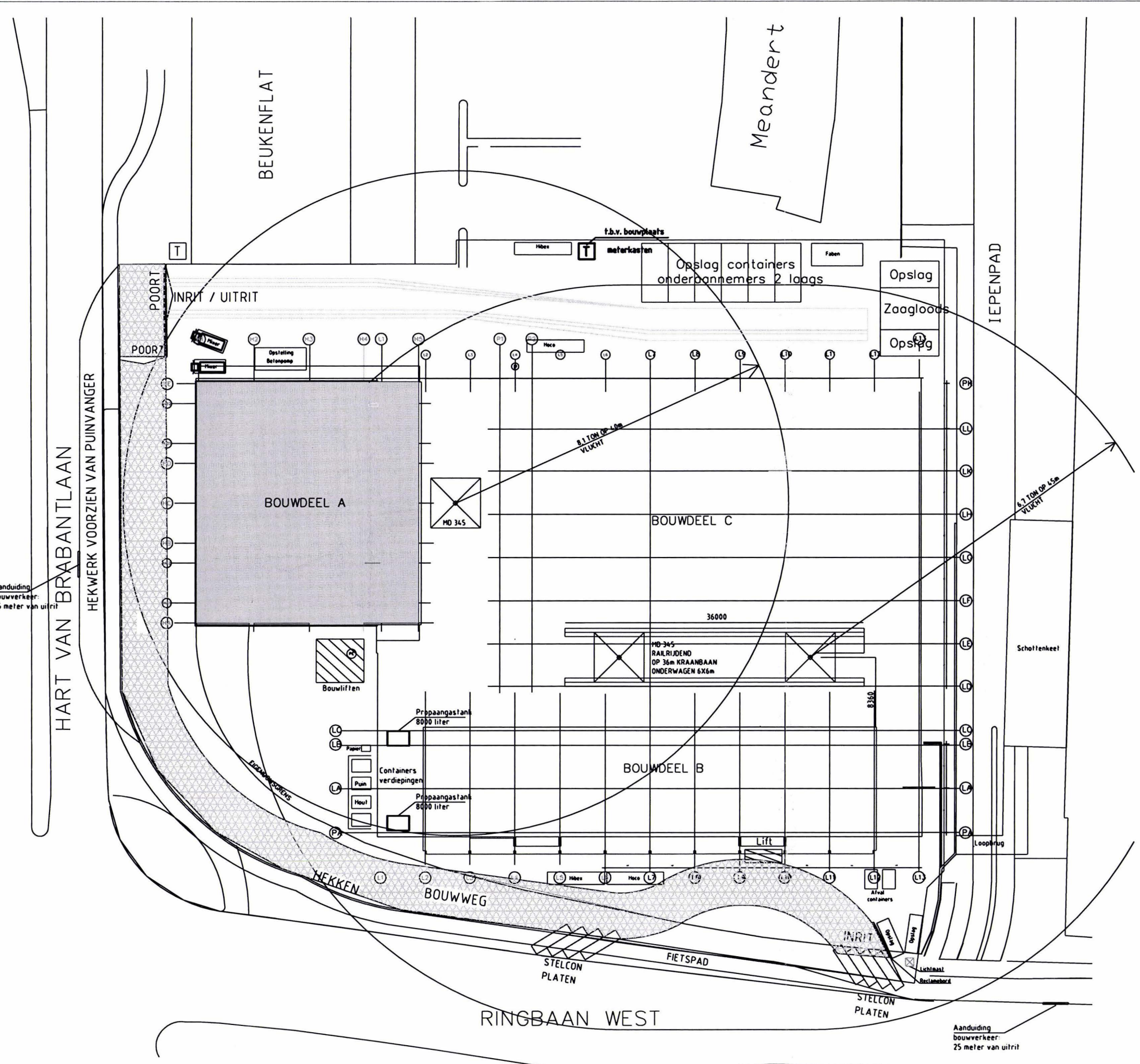
Gevoeligheids analyse HoogbouwPro

Rekenmodel

peildatum 1 mei 2004

	onderdeel	specificaties	kenmerk		eenheid	aantal		prijs	
vaste kosten:			hoogte gebouw:	0	m1				
			hoogte hijsinstallatie:	4,6	m1				
	masten	per mast	aantal mastelementen	0	st.	0	€	0	
	verankeringen	per 40m hoogte	aantal per mast	0	st.	0	€	0	
	bovenloopkraan	3 stuks					€	55.500	
	topkraan op rails	2 stuks					€	100.000	
	liftinstallatie	tbv 4 masten					€	150.000	
	constructielift	APF dubbelmast					€	170.000	
	staalconstructie	186.500 kg.	kiloprijs staal	0	Euro		€	0	
							vaste kosten:	€	475.500
projectgebonden kosten:	p/g-lift	singel, 40m/min	tijdsduur in gebruik	0	weken	0	€	0	
	transportsteiger	tbv gevel	tijdsduur in gebruik	0	weken	0	€	0	
	heftruck	cap. 8t.	tijdsduur in gebruik	0	weken	0	€	0	
	op en afbouw		per project				€	40.000	
	aan en afvoer		per project				€	344.800	
	personeel	aantal manuren	uurloon	0	€/uur	960	€	0	
							projectgebonden kosten:	€	384.800
prognose	afschrijving (in mnd)	bezettingsgraad	opslagkosten	onderhoud	rente			annuïteit	

gemarkeerde velden kunnen worden aangepast



BOUWDEEL A: WOONTOREN
 BOUWDEEL B: 9 LAGEN WONEN
 BOUWDEEL C: PARKEREN

SCHOTTENKEET 2 LAGEN
 BUITEN BOUWPLAATS
 VERBONDEN MET LOOPBRUG

TU/e

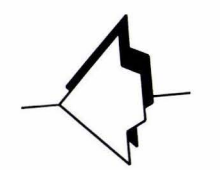


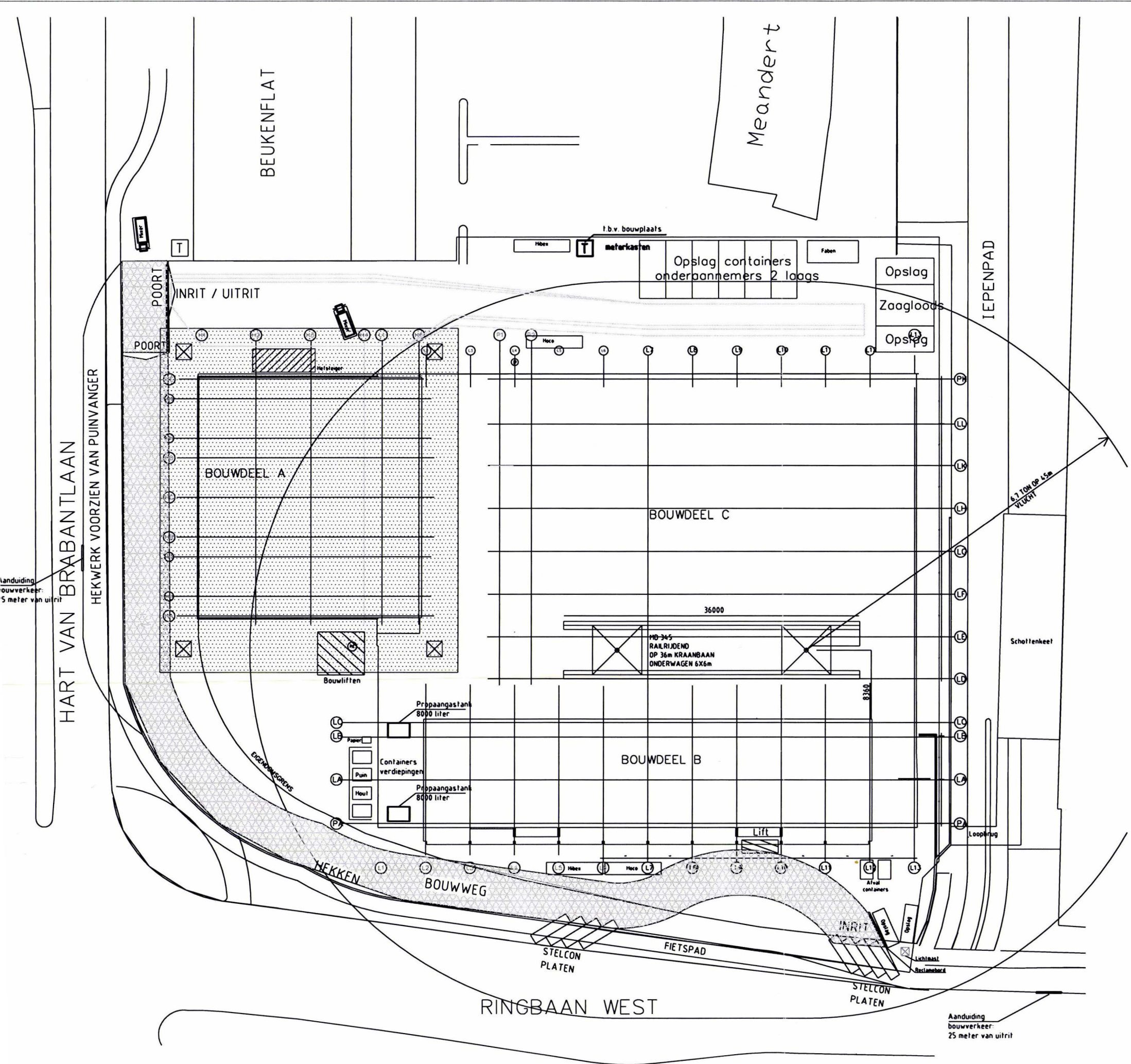
TERREININRICHTING_HUIDIGE_SITUATIE

Project: WESTPOINT
 Opdrachtgever: TU/E
 ARCHITECT_ADVISEUR_CONSTRUCTEUR: S.W.DE.KRUYFF
 Adres werk: TILBURG

S.W. DE KRUYFF
 FACULTEIT BOUWKUNDE
 UITVOERINGSTECHNIEK
 Johannes Buijsloot 40
 5652NL Eindhoven
 040 2513228
 06 11213744
 s.w.d.kruijff@student.tue.nl

datum	08-07-04	getekend	SIMON	bladnummer
gew.	1	occoord	UT	01
revisie	-	schaal	1:500	



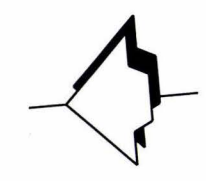


BOUWDEEL A: WOONTOREN
 BOUWDEEL B: 9 LAGEN WONEN
 BOUWDEEL C: PARKEREN

SCHOTTENKEET 2 LAGEN
 BUITEN BOUWPLAATS
 VERBONDEN MET LOOPBRUG

VERBREDING BOUWWEG
 TBV OPSTELPLAATS HEFSTEIGER

BIG CANOPY HIJSINSTALLATIE



TU/e **Ballast Nedam**
 Bouw

TERREININRICHTING_BIG_CANOPY

Project	WESTPOINT	Opdrachtgever	TU/E	ARCHITECT_ADVISEUR_CONSTRUCTEUR	S.W.DE.KRUYFF	Adres werk	TILBURG	S.W. DE KRUYFF	FACULTEIT BOUWKUNDE	UITVOERINGSTECHNIEK	Johannes Buijsloot 40	5652NL Eindhoven	040 2513228	06 11213744	s.w.d.kruijff@student.tue.nl
---------	-----------	---------------	------	---------------------------------	---------------	------------	---------	----------------	---------------------	---------------------	-----------------------	------------------	-------------	-------------	------------------------------

datum	08-07-04	getekend	SIMON	blodnummer	
gew.	1	oocoord	UT		02
revisie	-	school	1:500		