

# Uitkijkpost

Uit een pas geopend winkel/wooncomplex in Amsterdam rijst een ranke, transparante toren op in staal en glas tot 30 m hoogte. De schijnbaar chaotische staalconstructie zorgt niet alleen voor veel daglicht in het nieuwe complex, maar biedt

ook de mogelijkheid uit te kijken over de stad. De bezoeker kan zo vanaf het hedendaagse genieten van het verleden.



A. van der Sluis  
Ingenieursgroep Van Rossum, Amsterdam

S.M. Mollemans  
WM5/TGM Combinatie, Asten



Het project Kalvertoren – begrensd door de Kalverstraat, de Heiligeweg en de Singel in Amsterdam – omvat een ondergrondse parkeergarage, drie lagen winkels en negenentwintig luxe appartementen, eveneens in drie bouwlagen. De kroon op het werk is een 30 m hoge uitkijktoren, die fier en fragiel boven het complex uitrijst.

De locatie heeft een rijk verleden: in de Middeleeuwen stond er een Clarissenklooster, dat in de 18e en 19e eeuw werd gebruikt als gevangenis. Amsterdammers spraken in die tijd over het 'Rasphuis', omdat de gevangenen hier verfhout moesten raspen. Een poortje aan de Heiligeweg dat in het nieuwe plan één van de drie toegangen vormt, herinnert nog aan deze tijd. Vanaf 1896 staat op deze locatie het Heiligeweg-(zwembad) dat tot 1987 geopend bleef. Daarna is het zwembad nog incidenteel gebruikt voor theatervoorstellingen.

## Ontwerp

In het ontwerp van de Kalvertoren is rekening gehouden met dit verleden. Naast het poortje aan de Heiligeweg, zijn ook de rode gevels van de politiepост aan de Singel en twee monumentale gevels aan de Kalverstraat in het nieuwe complex opgenomen.

Niet historisch, maar in vorm en materiaalgebruik wel één van de waardevolle en opvallende onderdelen van het complex, is de 30 m hoge toren van staal en glas in het hart van de nieuwbouw. De toren verschaft vanaf het hoogste niveau niet alleen een fantastisch uitzicht over de binnenstad, maar zorgt door de glazen gevel ook voor veel daglicht op de

winkelverdiepingen. Aan dit bijzonder bouwdeel ontleent het project zijn naam: Kalvertoren.

## Uitkijktoren

Vanaf het begin vormde de toren een wezenlijk onderdeel van het complex met in het eerste ontwerp zelfs een hoogte van 36 m. Door bezwaren van Monumentenzorg is die hoogte teruggebracht naar 30 m: de Kalvertoren mocht namelijk de nabijgelegen Muntoren niet de loef afsteken.

Het grootste gedeelte van de toren is een vide, met daarin een lift, en fungeert vooral als natuurlijke en kunstmatige lichtbron. Op 22 m boven maaiveld ligt een restaurant en 3 m daarboven de hoogste vloer met een alzijdig uitzicht over de omgeving.

Op de eerste drie bouwlagen staat de toren met een vijfhoekige grondvorm vrij in een druppelvormige vide. De constructieve consequenties van deze ligging, samen met de specifieke eisen voor wat betreft het leidingverloop en de plaats en bevestiging van lift en trappen, maakte het constructief ontwerp niet eenvoudig.

## Stabiliteit

Voor de stabiliteit van de toren zijn twee mogelijkheden onderzocht: een inwendige kegel en een Vierendeel-principe met kruisverbanden of met momentvast verbindingen tussen de horizontalen en verticalen. Een inwendige kegel was duur en bouwkundig niet of moeilijk te combineren met de schuine lift. Daarom is gekozen voor stabiliteitskruizen in de vijf buitengevels. In het restaurant zor-

gen momentvast verbindingen tussen liggers en kolommen voor de stabiliteit.

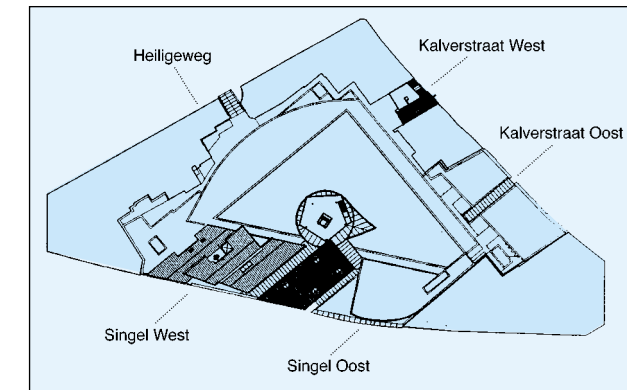
## Afsteuning

In de eerste constructieve ontwerpen werd de toren afgesteund op drie niveaus en zo ingeklemd tussen de verschillende betonvloeren. De steunen op het begane-grondniveau en het eerste niveau waren bouwkundig niet in te passen tussen de (rol)trappen. Hierdoor was uitsluitend een afsteuning mogelijk op het tweede niveau (+9,4 m).

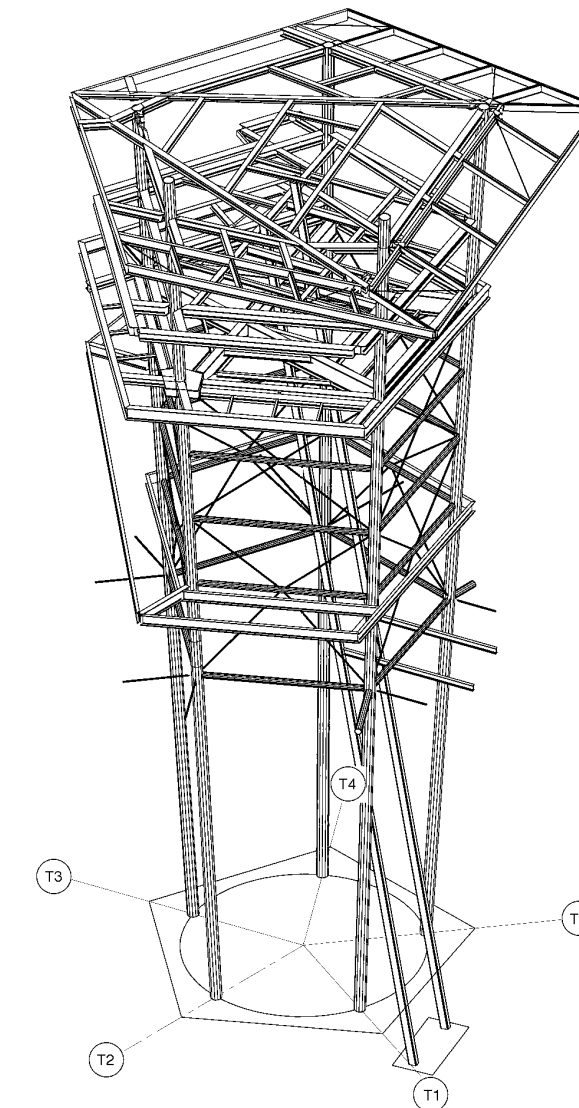
Het constructieve model dat zo ontstond, is het best te vergelijken met een gebouw op palen. De vijf kolommen staan over de eerste 13 m als funderingspalen vrij in de ruimte en zijn afgesteund naar de betonvloer op 9,4 m boven maaiveld. Deze afsteuning neemt de horizontale krachten op die bij funderingspalen normaal gesproken door de omliggende grond worden opgenomen. Boven de afsteuning is de toren gemodelleerd als een stijf gebouw.

De afsteuning bestaat uit een systeem van trek- en drukstaven. Elke kolom is met twee trekstaven afgesteund naar de betonvloer en met twee drukstaven naar de aangrenzende kolommen. Ter plaatse van de lift kon uiteraard geen drukstaaf worden aangebracht; daarom bij de twee kolommen aan weerszijden van de lift buizen gebruikt. Hoewel er in deze buizen uitsluitend een trekkracht optreedt, was een trekstang toch niet mogelijk, omdat de af te steunen kolom dan niet meer tegen uitknikken is gewaarborgd. De diameter van de afsteunende buizen was oorspronkelijk berekend op 358 mm, maar is later verhoogd

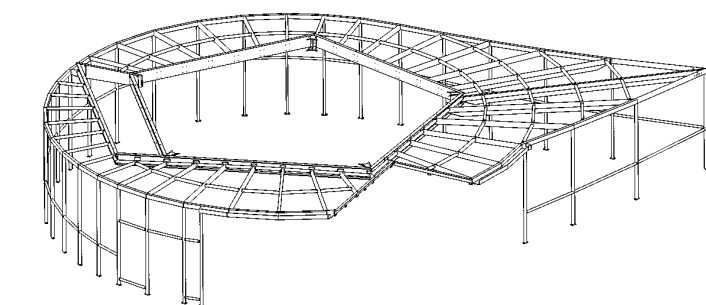
De Kalvertoren rijst fier boven het complex uit. Op de voorgrond de Singel.



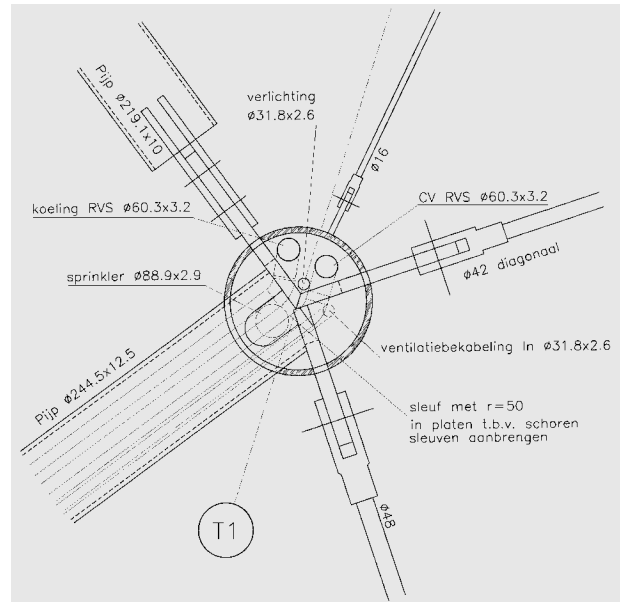
Dakplan. De vijfhoek in het midden is de Kalvertoren, met rondom een daktuin.



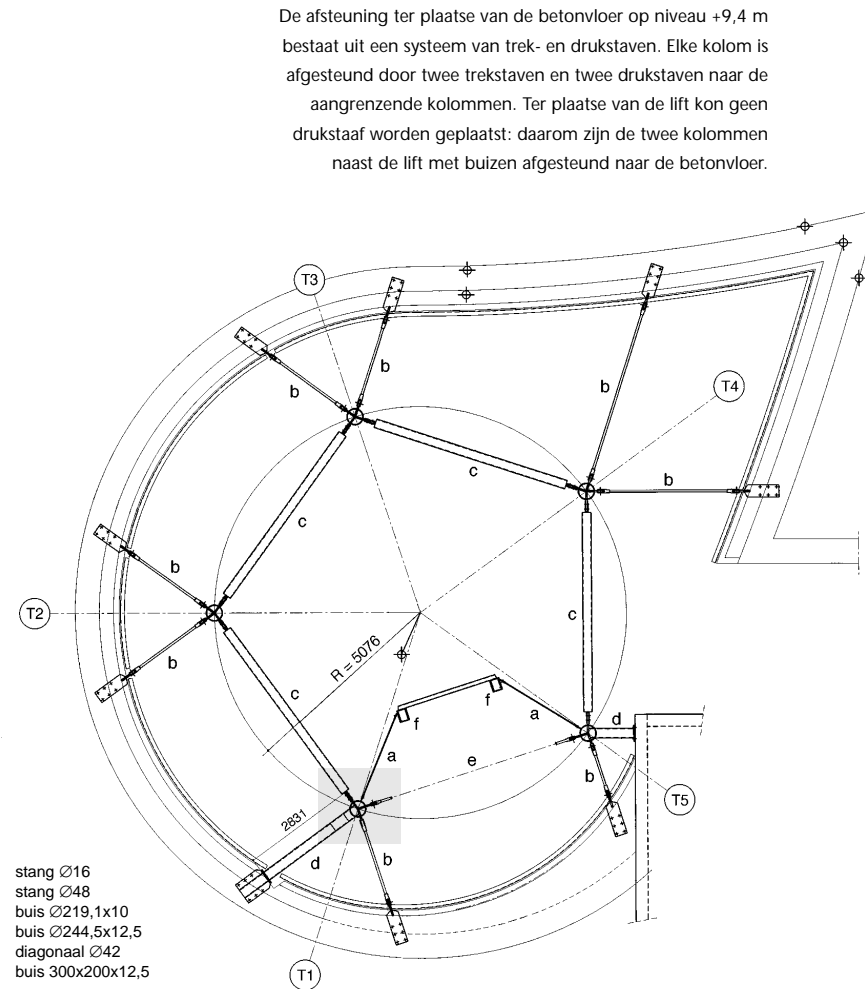
Driedimensionaal model van de staalconstructie en de schuingeplaatste lift.



Driedimensionaal model van de druppelvormige vide van drie bouwlagen.

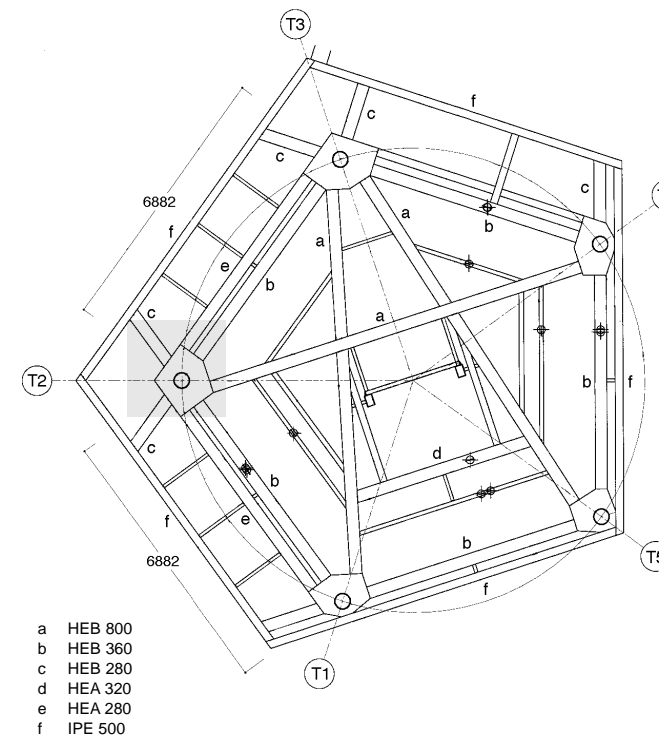


Detail van de aansluiting van de stabiliteitsverbanden en de afsteuning op niveau +9,4 m.



- a stang Ø16
- b stang Ø48
- c buis Ø219,1x10
- d buis Ø244,5x12,5
- e diagonaal Ø42
- f buis 300x200x12,5

De afsteuning ter plaatse van de betonvloer op niveau +9,4 m bestaat uit een systeem van trek- en drukstaven. Elke kolom is afgesteund door twee trekstaven en twee drukstaven naar de aangrenzende kolommen. Ter plaatse van de lift kon geen drukstaaf worden geplaatst: daarom zijn de twee kolommen naast de lift met buizen afgesteund naar de betonvloer.

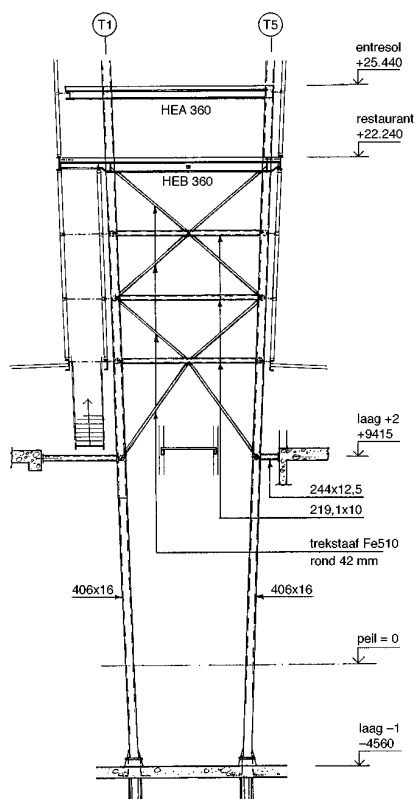


- a HEB 800
- b HEB 360
- c HEB 280
- d HEA 320
- e HEA 280
- f IPE 500

Vloer van het restaurant (niveau +22,3 m). Tussen de vijf hoofdkolommen in de restaurantvloer loopt een A-vormig frame van profielen HEB 800: hierop rusten de kolommen die het middelste deel van de entresolvloer en het dak dragen.

Met een constructieprincipe uit de offshore sluiten de liggers momentvast aan op de kolom, terwijl de gehele binnenruimte van de kolom beschikbaar blijft voor leidingen.

Stabiliteitskruizen in de buitengevels.



tot 406 mm. Dit was nodig vanwege de eis om leidingen uit het zicht, door de hoofdconstructie heen, naar boven te voeren.

#### Restaurantvloer

De vloer van het restaurant op 22 m boven maaiveld vormt tevens de fundering voor het bovenliggende gedeelte. Tussen de vijf hoofdkolommen zit een A-vormig frame van profielen HEB 800. Dit frame ondersteunt de vier kolommen die het middelste deel van de entresolvloer en het dak dragen. Daardoor was het mogelijk de liggers van de entresolvloer en het dak lichter uit te voeren. Dat leverde een besparing op van zowel het materiaalverbruik als de totale constructiehoogte. De vloeren zijn uitgevoerd als staalplaat-betonvloeren vanwege de hoge ligging en het geringe oppervlak.

#### Dak

Het dak van de toren, op 30 m boven maaiveld, bestaat uit drie driehoekige frames die ten opzichte van elkaar zijn geknikt. Tussen het hoogste en het laagste punt zit een hoogteverschil van 1,5 m: de liggers waarop deze frames rusten,

hebben dus ook een geknikte vorm. Om deze staalconstructie te kunnen fabriceren, is de gehele dakconstructie driedimensionaal uitgetekend. De dakvlakken zijn in de werkplaats voorge-monteerd en voorzien van alle onderdelen die nodig zijn voor het monteren van de dakplaten en het aanbrengen van de glazenwasinstallatie.

#### Trappen

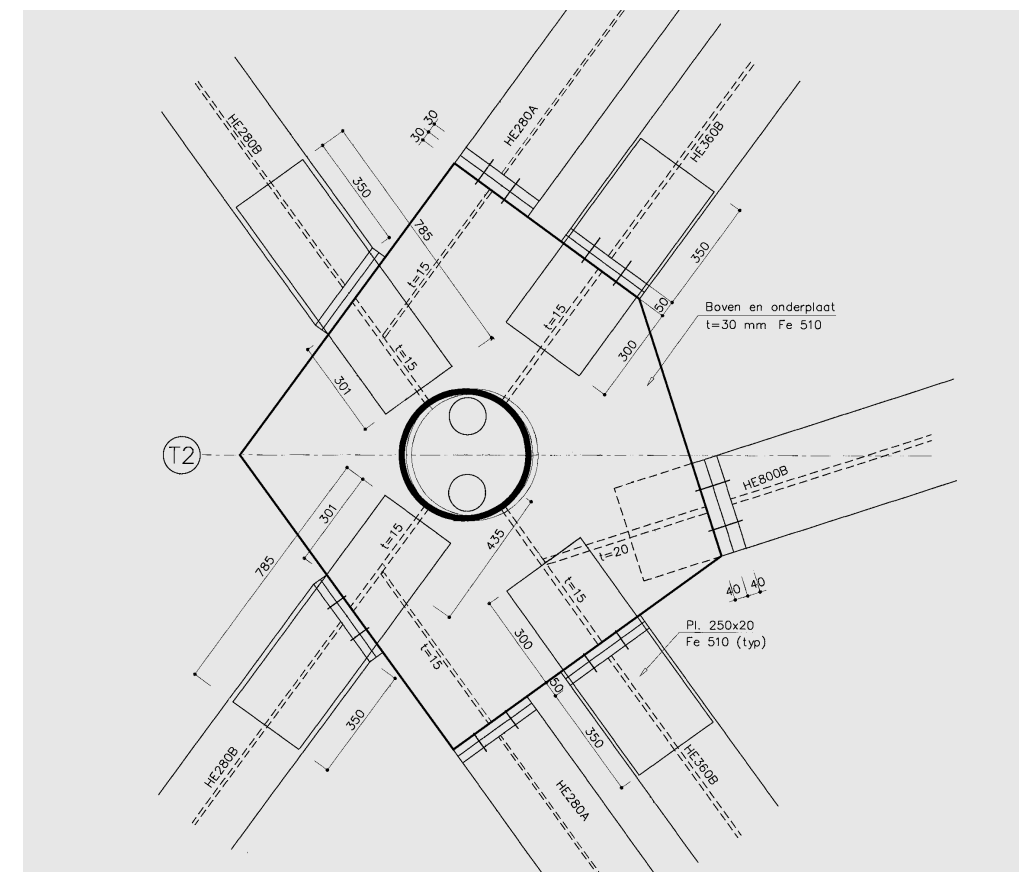
De ronde trap van niveau -4,6 m naar niveau +9,4 m loopt tussen de toren en de randen van de vides in de winkelvloeren. De trap is samengesteld uit een gebogen UNP 300 met constructieve treden. Twee bordessen fungeren als tussenondersteuning: één op de begane-grondvloer, uitkragend aan de betonconstructie, en één op de eerste verdieping, uitkragend aan een stalen loopbrug. Zowel de horizontale als verticale vervormingen van de loopbrug beïnvloeden de vervormingen van de trap. Om een 'dansende' trap te voorkomen, is een verband aangebracht in het horizontale vlak van de brug. Tevens is er een onderspanning gemaakt bij de brugligger aan de trapzijde. Zo bleven de verplaatsingen in de buurt van de

gewenste vervormingseis van 1/1000 van de overspanning.

De rechte steektrappen vanaf niveau +9,4 m naar het restaurant lopen eveneens aan de buitenzijde rond de toren. Voor de ondersteuning is niet voor een traditionele oplossing met consoles gekozen, omdat deze consoles uitsluitend aan de vijf hoofdkolommen waren te bevestigen. Door de grote afstand tussen de steunpunten en het grote gewicht van de trap en de 10 m hoge pui, zouden de consoles te lomp worden. Bovendien zouden de consoles dan ook steeds de binnengevel doorboren die de trap afschermt van de vide in de toren. De oplossing is uiteindelijk gevonden door de trap, de buitengevel en het dak van de vide op niveau +13 m op te hangen aan uitkragende liggers onder de vloer van het restaurant. Tussen deze vloer en het onderliggende plafond was hiervoor voldoende ruimte beschikbaar. De liggers waren overigens ook al nodig voor het opvangen van de uitkragende vloeren van het restaurant en de daarop te plaatsen puien.

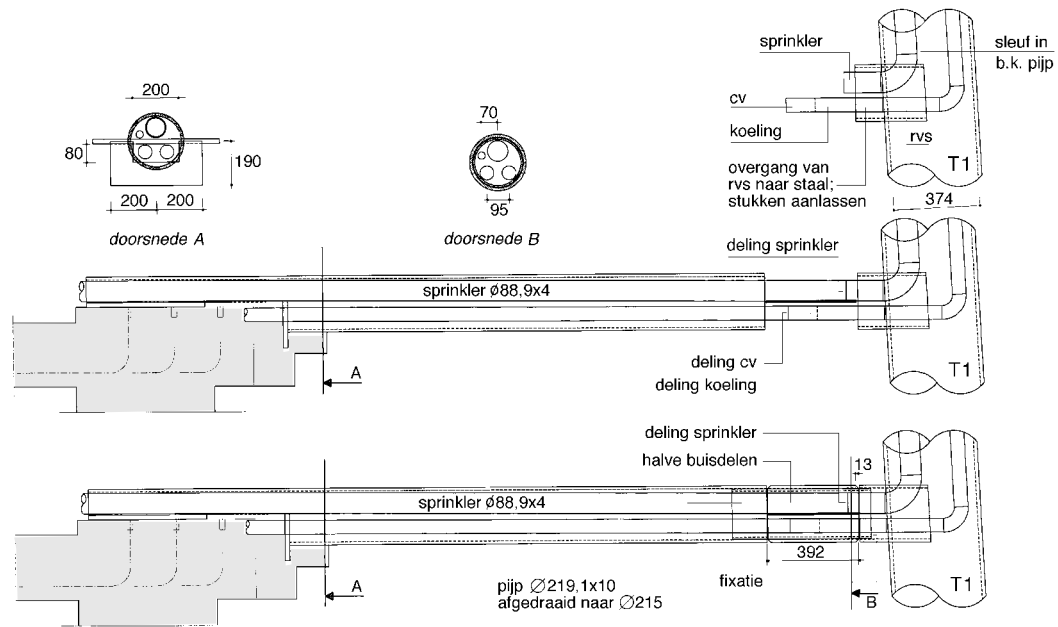
#### Leidingen

In de ontwerpfase werden de kolommen

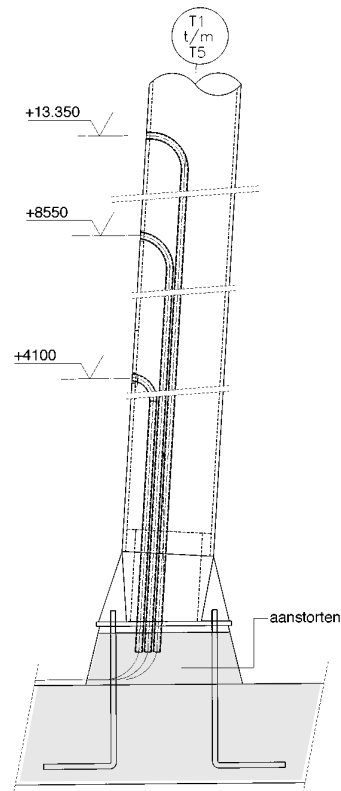




De aansluiting op het hoofdnet van de sprinklerleiding door de afsteunbuis op niveau +9,4 m is opgelost door de afsteunbuis telescopisch uit te voeren.



Hoe zijn de leidingen die uit de betonvloer op niveau -1 komen aan te sluiten op de leidingen die in de buizen verwerkt zitten? De oplossing is gevonden in een ruimte onder de kolomvoet, die later is volgestort.



Gezicht op de onderkant van de vloer van het restaurant.



(foto: Max Koot)

ter plaatse van de vloeren onderbroken, waardoor redelijk eenvoudige aansluitingen ontstonden. Tijdens het ontwerpproces is echter besloten alle leidingen voor het restaurant door de constructie heen omhoog te voeren. Dit gegeven zorgde voor drie ontwerpgevallen.

- Allereerst is dat de aansluiting van de leidingen uit de betonvloer op niveau -1 op de leidingen in de kolommen. Hier voor is de voet van de kolommen 260 mm boven de betonvloer gesteld. Deze ruimte, die voldoende is voor het verbinden van de leidingen, wordt later volgestort met hoogwaardige mortel.

- De tweede opgave was de doorvoer van de leidingen door de momentvaste knoopverbindingen op het niveau van de vloer van het restaurant. Hier is gekozen voor een veel toegepast principe in de offshore: het om de kolom heen laten lopen van de flenzen van het liggerprofiel. In eerste instantie liep de flens ook door de kolom heen en werden in deze plaat slechts de benodigde openingen geboord. In de werkfase is er voor gekozen de flenzen uitsluitend om de kolom

heen te laten gaan, zodat de gehele binnenruimte van de kolom beschikbaar was voor leidingen.

- De derde opgave vormde de aansluiting op het hoofdnet van de sprinklerleiding, die door de afsteunbuis op niveau +9,4 m naar boven moet lopen. Hiertoe is de afsteunbuis telescopisch uitgevoerd. In de afsteunbuis is inwendig een kortere buis geplaatst die naar achteren wordt geschoven om de sprinklerleidingen aan elkaar te lassen. Vervolgens is de binnenbuis naar voren geschoven en afgelast om de verbinding te vormen tussen de kolom en de betonconstructie. De laatste handeling bestaat uit het aanbrennen en afwerken van twee halve schillen om zo de kolom visueel door te laten lopen.

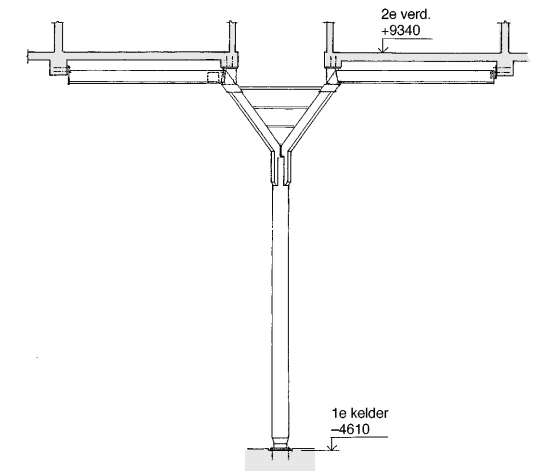
#### Liftconstructie

Voor liften gelden strenge eisen met betrekking tot de toelaatbare doorbuiging van een draagconstructie. Zo mag de horizontale verplaatsing bij een tussenbordes niet meer dan 2 mm bedragen, omdat bij een grotere verplaatsing de



(foto: Jac Beckers, Mede)

Ter vervanging van twee betonnen kolommen is een 'vingerkolom' in staal ontworpen die precies tussen de woningen staat.



deuren van de lift niet meer opengaan. De geplaatste liftconstructie loopt in één keer vanaf het niveau -1 naar het restaurant. Uitragende bordessen verschaffen toegang tot de lift. De 32 m hoge constructie was echter niet zomaar te maken. De toren verplaatst namelijk maximaal 20 mm. Zelfs bij een oneindig stijve constructie bedraagt de verplaatsing van de liftconstructie op het niveau van +9,4 m nog altijd 10 mm. De lift is daarom in twee stukken opgedeeld. Het onderste deel is met bordessen verbonden aan de betonconstructie, het bovenste deel staat hier scharnierend bovenop. Het scharnier zit net boven het hoogste liftbordes op +9,4 m en is zo gemaakt dat de liftconstructie in alle richtingen kan scharnieren. De bovenste geleider maakt deel uit van de liftconstructie en is onderspannen, waardoor de horizontale verplaatsingen gering blijven.

#### Viervingerkolom

Voor de woningen in de entreezone aan de Kalverstraat waren oorspronkelijk vier betonnen kolommen gedacht, waarvan

er echter twee ruimtelijk en functioneel in de weg kwamen te staan. Deze oplossing voldeed niet aan de wensen van de Deense binnenhuisarchitect. Daarom zijn twee betonnen kolommen vervangen door één kolom met een dubbel v-vormig bovenstuk, uitgevoerd in hogesterkte staal.

De kolom staat niet onder, maar precies tussen de woningen en wordt excentrisch belast. Aan de ene zijde rusten er twee bouwlagen op, aan de andere zijde drie. Deze excentriciteit van de kolom, in relatie met de grote lengte, zorgde voor instabiliteit van het v-vormige deel. Door nu de vier 'vingers' van de kolom horizontaal door te trekken naar de achterliggende betonnen balken van de hoofddragconstructie is dit probleem ondervangen. Deze horizontale delen, uitgevoerd met kokervormige liggers, zijn 19,5° gedraaid om de lengte-as om ze goed op de diagonale delen te kunnen aansluiten. Dankzij de goede horizontale stijfheid van de liggers heeft deze draaiing slechts een kleine invloed op de totale vervormingen. Op deze

manier is er een constructief model gecreëerd van een doorgaande ligger op een pendelende kolom. Het maximale moment bevindt zich boven de kolom. De trekstang in het v-vormige deel van de ligger zorgt voor een geringe constructiehoogte, waardoor de dimensies van de diagonale 'vingers' beperkt blijven.

#### Projectgegevens

Locatie driehoek Kalverstraat-Heiligeweg-Singel, Amsterdam • Opdracht Multi Vastgoed, Gouda en Vindex International, Amsterdam • Stedebouwkundig ontwerp T+T Design, Gouda • Architectuur De Architecten Cie., Amsterdam • Constructief ontwerp Ingenieursgroep Van Rossum, Amsterdam • Detailontwerp WM5/TGM Combinatie, Asten • Uitvoering WM5 Project Engineers, Weert • Staalconstructie Oskomera, Deurne.