

Hoofdkantoor ING Groep, Amsterdam

Spraakmakende vorm

Het nieuwe hoofdkantoor van de ING Groep naast de zuidelijke randweg A10 rond Amsterdam, lijkt zo ontsnapt te zijn uit een sciencefictionfilm. Hoog op zijn poten verblindt het gebouw dagelijks, soms letterlijk, de duizenden voorbijrazende, filerijende of stilstaande automobilisten. Het is momenteel het gebouw met



vertaald in staal

de meeste bijnamen, soms minder vleiend. Ondanks het vele glas en de door de architect gewenste transparantie is toch voor de passant niet zichtbaar wat er binnen gebeurt of hoe het is opgebouwd. Dit artikel laat wel zien wat het ING House overeind houdt.



*ir. J.M.G. Hendriks ci,
ing. M. de Boer*

Marcel de Boer en Jan Hendriks
zijn constructief ontwerpers
bij Aronsohn Constructies
Raadgevende Ingenieurs,
Rotterdam en Amsterdam.

Wat valt er nog te zeggen over het nieuwe hoofdkantoor van de ING Groep in Amsterdam na deloedgolf aan publiciteit in kranten, tijdschriften en op televisie? Zo langzamerhand moet wel bijna heel Nederland het gebouw kennen of op zijn minst herkennen en er een eigen mening en waardeoordeel over hebben. Het gebouw heeft daarmee een van de doelen bereikt: een huisvesting die de tongen los maakt. Wat echter vrijwel altijd ontbreekt in die veelheid aan informatie is het verhaal van de constructeur, die vaak met nog meer creativiteit dan de ontwerper ervoor moest zorgen dat het uiteindelijk resultaat voldeed aan de architectonische en ruimtelijke verwachtingen van de architect en de opdrachtgever.

Een groot voordeel voor het constructief ontwerp was dat de hoofdlijnen en verschijningsvorm van het gebouw nauwelijks gewijzigd zijn na de presentatie van het definitief ontwerp aan de opdrachtgevers. Er was dus eens een keer tijd genoeg om in samenspraak een consistente constructie te ontwerpen.

De staalconstructies zijn te onderscheiden in hoofddraagconstructies en secundaire staalconstructies. De secundaire constructies dienen voor ondersteuning van verticale of horizontale bouwkundige of technische onderdelen zoals de buitengevel, de binnenpuien, de twee glazen plafonds in de vides en het glazen dak voor de vergaderruimte op de achtste verdieping.

Hoofddraagconstructies

Het architectonisch ontwerp bestaat uit een bouwmassa met grote hoogteverschillen, royale vides in het centrum en aan de gevels en boven-

dien een overstek van enkele tientallen meters aan de kop van het gebouw. Het verheft zich boven het maaiveld op twee rijen 'poten', zodat het langs het dijklichaam van de A10 lijkt te stappen. Een gebouw heeft bovendien een buitengewoon grote transparantie door een glazen, ragfijne huid rondom het skelet. Dit ontwerp schreeuwde om bijnamen en kreeg ze ook, zodra de eerste plaatjes in de pers verschenen. Aan dat beeld mocht de constructie geen afbreuk doen, ondanks dat er toch tien kantoorverdiepingen op een tafel worden moesten gebouwd, waarvan de hoofddraagconstructie grotendeels in het zicht moest komen.

De bouwmassa bestaat uit de volgende constructieve componenten:

- Een betonnen doos, half ondergronds, waarop de tafelpoten rusten en waarin geparkeerd kan worden;
- een onderbouw: een geheel transparante verdieping onder de tafel, onmisbaar om in het gebouw te komen, maar bij voorkeur onzichtbaar;
- het tafelblad: een verdiepinghoge gesloten bouwlaag op hoge V-kolommen waarin techniek en constructie worden geïntegreerd;
- de bovenbouw: de tien bouwlagen boven de tafelconstructie;
- het auditorium, dat als een vliegtuigneus uitkraagt aan de westzijde van de tafel.

Reeds in het allervroegste stadium van het ontwerp rezen de vragen: 'Hoe kan dit gebouw worden gerealiseerd?', 'Uit wat voor componenten kan het worden samengesteld?' en

De achterzijde van het gebouw
(met rechts de ringweg A10)
kreeg een vrijwel
geheel transparante gevel.

De kruimeldief, de schoen:
een gebouw met een
dergelijke karakteristieke vorm
vraagt om bijnamen.

'Hoe kunnen die componenten worden geassembleerd op een uiterst krap bouwterrein met een zeer gecompliceerde toegankelijkheid over water of over de weg?'. Studies naar de meest geschikte constructieve opbouw en uitvoeringsmethode van de diverse onderdelen zijn daarom zeker op zijn plaats geweest. Hetgeen met name geldt voor de in het beginstadium opgestelde vloerbelastingsschema's (zie pagina 18).

Fundering

De bodem onder het terrein is al in een vroeg stadium van het ontwerpproces onderzocht op milieutechnische verontreinigingen, die in ruime mate aanwezig bleken. Onder leiding en toezicht van de gemeente is vervolgens het terrein gesaneerd. De ernstigste verontreinigingen zijn ontgraven en afgevoerd. Tegelijkertijd is de bouwput ontgraven. Kort voor de ontgravingen is een grondmechanisch bodemonderzoek uitgevoerd met twintig sonderingen en twee boringen.

In overleg is gekozen voor prefab betonnen drukpalen van 500x500 mm met inheinvaleus op 18,5 tot 20,5 m -NAP, tien stuks onder elke poot. De rekenbelasting van deze palen gaat tot 3250 kN.

Om de spatkracht uit de schuin geplaatste poten op te vangen zijn onder de keldervloer tussen de poten voorgespannen koppelbalken van 1000x1000 mm aangebracht. De kracht in deze balk maakt evenwicht met de horizontale component van de steunpuntsreactie uit de bovenbouw, met als gevolg dat de palen voornamelijk verticaal zullen worden belast. Om de afmetingen van de poeren te beperken zijn

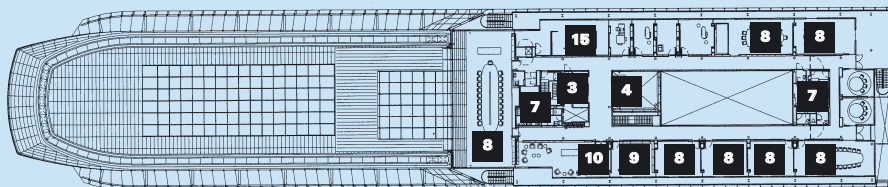


foto: Iruuk Kramer

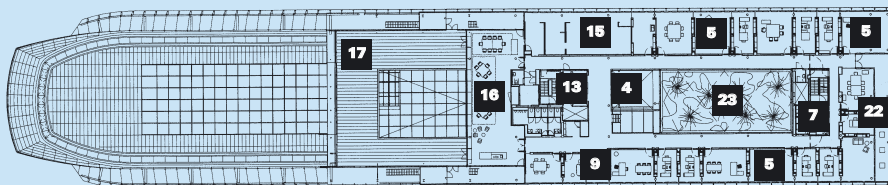
Projectgegevens

Opdrachtgever Ontwikkelingscombinatie ING Blauwhoed vof • *Architectuur* architectenbureau Meyer en Van Schooten, Amsterdam • *Interieur Ontwerp* Ontwerpgroep Trude Hooykaas, Amsterdam i.s.m. architectenbureau Meyer en Van Schooten, Amsterdam • *Tuin- en landschapsarchitect* Michael R. van Gessel, Amsterdam • *Constructief ontwerp* Aronsohn Constructies raadgevende ingenieurs, Rotterdam en Amsterdam • *Adviseur bouw fysica* Adviesbureau Peutz & Associés, Mook • *Adviseur installaties en bouw fysica* Raadgevend Technisch Buro Van Heugten, Nijmegen • *Ingenieursbureau voor gevels* Renckens Advies, Nijmegen • *Uitvoering bouwkundig* Combinatie Samenwerking vof (Aannemingsmaatschappij J.P. van Eesteren, Rotterdam; Volker Wessels Stevin, Rijswijk; IBC Utiliteitsbouw, Best; Heymans Bouw, Rosmalen; Heerema, Zwijndrecht; HBG Utiliteitsbouw Regio Amsterdam, Amsterdam) • *Uitvoering installaties* Installatiecombinatie Kropman-Unica vof • *Staalbeton vloeren* Dutch Engineering • *Bouwtijd* 1999-2002, 33 maanden • *Bruto vloeroppervlak* 20.000 m² • *Oppervlakte glasgevel* 20.000 m² (1.200 ramen) • *Verdeling bouwkosten* bouwkundig 70%; W & E installaties 25%; transportinstallaties 5% • *Parkeergarage in kelder* (1 laag) voor 150 auto's en 75 fietsen • *Hoogbouw* tien verdiepingen/47 m hoog • *Kantoren* verdieping drie t/m zeven • *Raad van Bestuur* verdieping acht t/m tien • *Personeelsrestaurant* verdieping zes • *Foyer/auditorium* (250 zitplaatsen) verdieping drie • *Binnentuinen* over diverse verdiepingen circa 1.200 m².

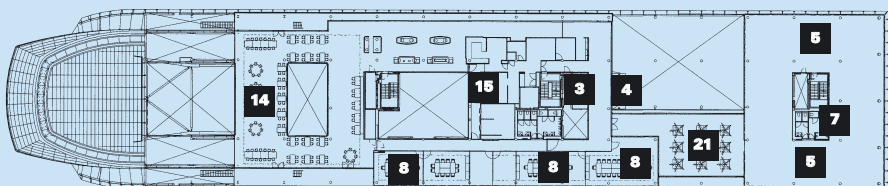
1. hoofdingang
2. receptie
3. liften
4. panoramische liften
5. kantoren
6. pantry
7. toiletgroep
8. conferentieruimte
9. ontvangstruimte
10. lounge
11. foyer
12. auditorium
13. balkon
14. restaurant
15. keuken
16. eetzaal
17. terras
18. bamboetuin
19. tuin met vijgenbomen
20. oerwoudtuin
21. palmenkas
22. loggia met bougainvilleas
23. binnenplaats met Schotse dennen
24. ingang parkeergarage
25. parkeergarage
26. ingang fietsstalling
27. fietsstalling
28. ingang expeditie
29. expeditie
30. postkamer en repro
31. opslagruimte
32. (wandel)gang
33. technische ruimte
34. werkplaats
35. computerruimte
36. aanvoerweg



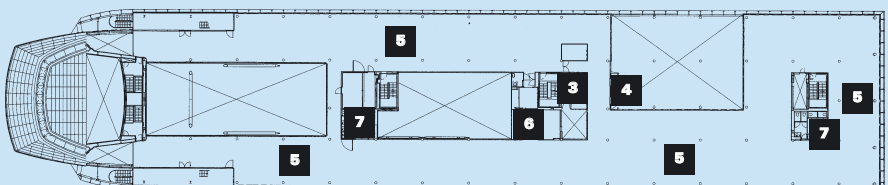
Negende verdieping.



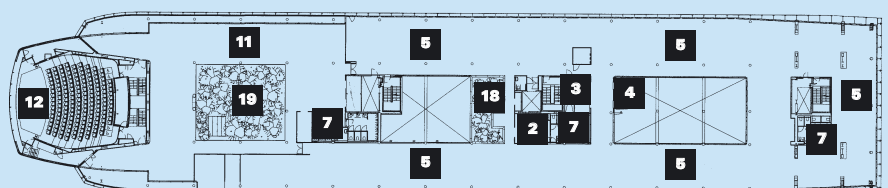
Zevende verdieping.



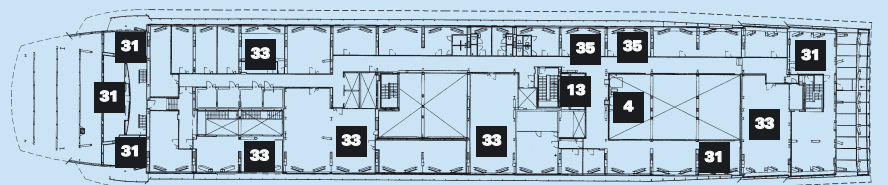
Vijfde verdieping.



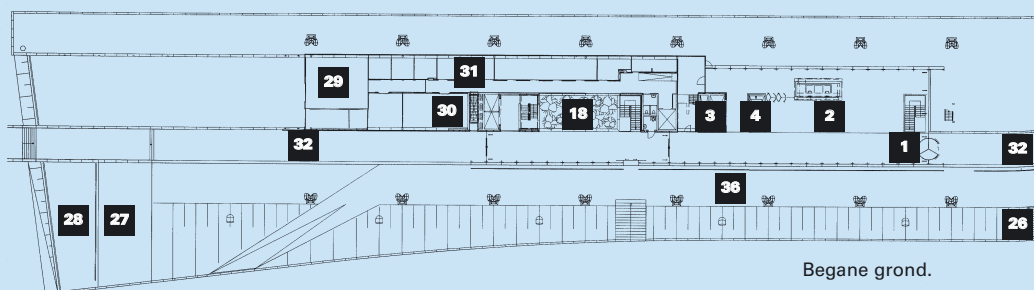
Vierde verdieping.



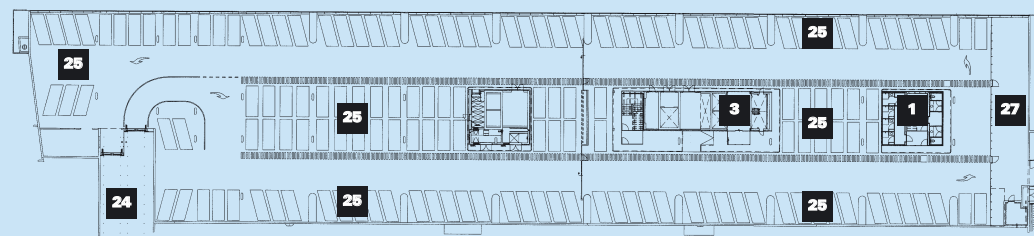
Tweede verdieping.



Eerste verdieping.



Begane grond.



Parkeergarage.



De vergaderkamer op de tiende verdieping.

Door de asymmetrische indeling van het gebouw, met de vele vides en onregelmatig belaste vloeren, zijn alle spanten van de hoofdconstructie van de bovenbouw verschillend. De gehele constructie is behandeld met brandwerende verf.



foto: Luuk Kramer

de palen enigszins schoor geheid, waardoor de paalkoppen dicht bij elkaar komen, met voldoende spreiding van de paalpunten om de zettingen te beperken.

Voor zones waar het grondwater tegen de keldervloer opwaartse belasting levert, zijn prefab betonnen trekpalen van 350x350 mm met inheinniveaus op 18,5 m -NAP gekozen. Deze palen kunnen rekenbelastingen opnemen van circa 280 kN trek respectievelijk 1300 kN druk. Slechts een klein deel van de poeren onder de hoofdconstructie ligt onder de keldervloer. Het grootste deel is als zware, 1200 mm dikke wanden hart op hart 14,4 m, opgenomen in de kelder. Een horizontale balk onder de begane grond vloer – in de lengterichting van het gebouw – verbindt de twee tegenover elkaar liggende wanden en zorgt voor compensatie van resterende excentriciteiten.

Parkeerkelder

De kelderdoos is niet alleen parkeergarage, maar ook het fundament voor de totale bovenbouw. Om de ontgravingen te beperken en het talud van de A10 op geen enkele wijze in gevaar te brengen, ligt de kelder maar half ondergronds en zijn tussen keldervloer en kelderdek zware poeren onder de pootconstructies opgenomen.

De portalen, die bestaan uit de zware kolomvoeten met de koppelbalken onder de keldervloer en onder de begane grondvloer, bepalen de dwarsdoorsnede van de kelderbak. Het moge duidelijk zijn dat door de vorm van de bovenbouw de krachten, die door dit fundament moeten worden overgebracht, op sterk

geconcentreerde punten aangrijpen. Deze grote concentratie vraagt om een zorgvuldig ontwerp en dito uitvoering.

Ter beperking van de keldervloerdikte zijn halverwege de koppelbalken kolommenrijen opgenomen, die zowel de opwaartse belasting door het grondwater dragen als de neerwaartse belasting in de parkeergarage. In de noordwand is voor de ventilatie van de garage een doorgaande sleuf gehouden, alleen onderbroken door de zware kolomvoeten.

Op het dak van de kelderdoos, de begane grondvloer, treedt een grote variatie aan vloerbelastingen op. In beginsel is voor alle gebieden met verschillende belastingen een overeenkomstige vloerconstructie gekozen, wat resulteerde in een staalkaart aan prefab betonartikelen. Zo waren er dubbel-T-platen voor de lichtste vloeren, lichte brugelementen voor de voorrijroute en zware brugelementen voor het expeditieplatform. De uitvoeringstechnische problematiek én het rommelige uiterlijk van de onderzijde van de samengestelde vloer waren voor het ontwerpteam redenen genoeg om te zoeken naar een uniforme oplossing: een ter plaatse gestorte 600 mm dikke vloer met kartonnen kokers voor gewichtsbesparing op plaatsen waar de dwarskracht en het moment dat toelieten.

Kartonnen kokers hebben in de uitvoering wel nadelen, zoals het opdrijven en de zorg voor goede betonhulling. Maar door een optimale voorbereiding zijn deze probleempjes opgelost en is een mooi strak plafond in de garage gemaakt.

Ter beperking van de overspanningen van de kokervloerdragende koppelbalken onder de begane grondvloer zijn tussensteunpunten opgenomen. Deels in de vorm van kolommen, deels als schijven zoals de wanden van liften en trappenhuizen.

De 158 m lange kelderdoos is op twee plaatsen gedilateerd ter beperking van spanningen ten gevolge van krimp en temperatuurveranderingen. Daartoe is een kunststof dilatatieprofiel ingestort in de keldervloer, de wanden en het dek.

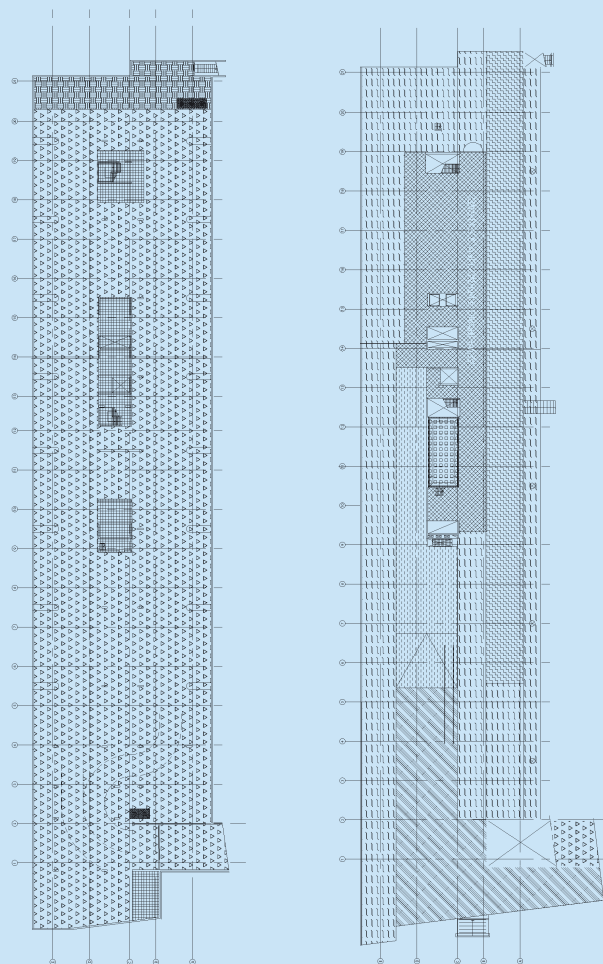
De constructieve begane grondvloer is afgewerkt met pakketten met diverse dikten, afhankelijk van de belasting en het gebruik. Om de vloer aan de bovenzijde vlak te houden is tussen de constructievloer en de afwerkvloer in de entreehal een vullaag van 170 mm polystyreen aangebracht met daarop een zwevende vloer. Zo is de vloer goed geïsoleerd en strookt de bovenzijde met het grasdek buiten en de opbouw en afwerking van de voorrijroute.

Opzet tafelconstructie

Architectonisch moest het gebouw een vrije bouwmassa zijn, gedragen door kolommenrijen onder de langshevels en schijnbaar geheel zwevend boven het maaiveld.

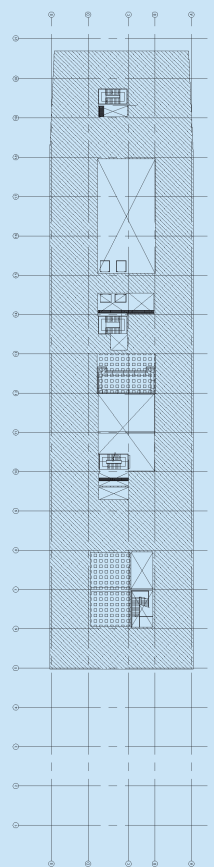
Ondersteuning in het midden waren niet gewenst. Maar uit praktisch oogpunt moest er toch wel een aantal gesloten elementen uit het gebouw naar beneden afdalen, zoals liftschachten en diverse leidingbundels. Als constructief ontwerper probeer je dan al snel om daarvan een extra ondersteuning te maken, of er een deel van de stabiliteit mee te verzorgen.

| | VARIABLE BELASTING | VLOER AFWERKING | Ψ FACTOR |
|--------------------------|--|---|----------|
| KANTOREN | 4,0 kN/M ² incl. lichte scheidingswanden | 1,3 kN/M ² holte vloer | 0,6 |
| RESTAURANTS LOBBY'S | 5,0 kN/M ² | 2,5 kN/M ² beton + isolatie | 0,25 |
| ARCHIEF OPSLAG | 8,5 kN/M ² | 2 kN/M ² 100 mm zandcement | 1,0 |
| TERRASSEN CASCADES | 3 - 4 kN/M ² incl. plantenbakken | 2,5 kN/M ² tegels + dakbedekking | 0,8 |
| TERRASTUINEN | 10 kN/M ² incl. grond en bepl. | 2,5 kN/M ² tegels + dakbedekking | 0,8 |
| TECHNISCHE RUITEN | 5 kN/M ² | 2 kN/M ² 50mm zandcement + opstortingen | 1,0 |
| EXPEDITIEHOF (klasse 45) | 20 kN/M ² opm.: bestaat uit gelijkj. 3 kN/m ² + asdrukken | 1 kN/M ² 50mm zandcement | 0,5 |
| RIJWEG (klasse 30) | 12 kN/M ² opm.: bestaat uit gelijkj. 2 kN/m ² + asdrukken | 9 kN/M ² bestrating + zand | 0,5 |
| PARKEREN | 2,5 kN/M ² | 0,2 kN/M ² | 0,7 |
| FIETSEN/ OPSLAG | 8,5 kN/M ² | 0,2 kN/M ² | 1,0 |
| BUITENGEBIED | 2 kN/M ² | 10 kN/M ² incl. 500mm grond | 0,5 |

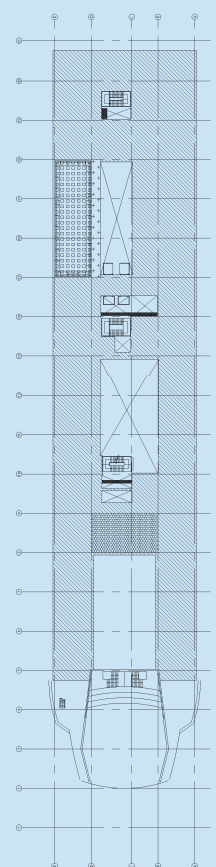


Kelder.

Begane grond.



Derde verdieping.



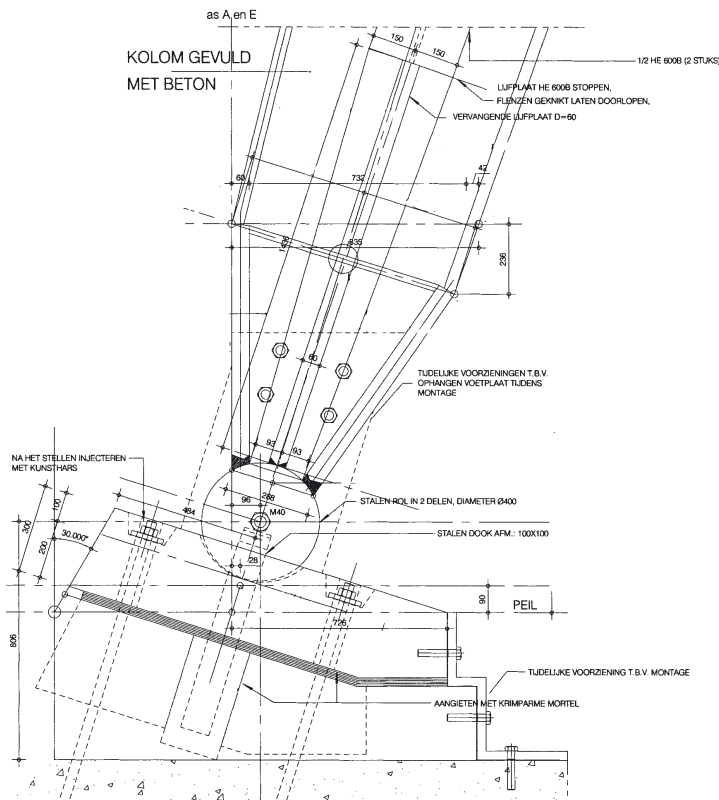
Vierde verdieping.

Belastingenschema's vloeren

Voor aanvang van het werk zijn voor alle verdiepingen belastingenschema's opgesteld. Deze verkleinde plattegronden vormen de getekende weergave van de voornaamste minimaal te realiseren vloerbelastingen, zoals de opdrachtgever die in het programma van eisen duidelijk had omschreven, aangevuld met de eisen uit NEN 6702 voor kantoren en de wensen van architect en tuinarchitect met betrekking tot de inwendige tuinen. De uiteenlopende vloerbelastingen zijn met verschillende arceringen aangegeven. De schema's zijn goedgekeurd door de opdrachtgever, architect en co-adviseurs en zo de basis geworden en gebleven voor de constructieve berekeningen in het verdere verloop van het ontwerp- en bouwproces. Ze zijn als voorschrift in het bestek opgenomen en vormen, mits bijgehouden, ook na de ingebruikname van het gebouw een instrument voor de gebouwbeheerder bij toekomstige indelingswijzigingen. De verscheidenheid aan functies op de begane grond resulteert in een grote variatie aan vloerbelastingen. Expeditie en voorrijroute hebben als hoge, niet-publieke ruimtes beperkte waarden. Voor de patio's en de tuinen zijn specifieke belastingen in overleg met de tuinarchitect aangehouden, waarbij de verschillende pakketten grond of plantenbakken maatgevend waren. Door de grote belastingen zijn voor dit soort ruimtes bijzondere constructiesystemen ontworpen.



Zware, 1200 mm dikke wanden in de kelder, hart op hart 14,4 mm, fungeren als poeren onder de hoofdconstructie, waardoor er zich nauwelijks poeren onder de keldervloer bevinden.



Zadel in voetplaat.



Bekisting van de voetplaat.



Vers gestorte voetplaat.



Doorsnede over kolomvoet.

De verbinding tussen kolom en fundament is uitgevoerd als scharnier door een vaste cilinderrol aan de voet van de kolom, gevat in een hol zadel. Een dook door het contactvlak biedt extra zekering tegen zijdelingse verplaatsingen en vangt de krachten in langsricting van het gebouw op als deze de wrijving tussen rol en zadel overschrijden.

Om de krachten in de kolommen zoveel mogelijk te laten samenvallen met de assen van die kolommen en zo dwarskrachten en momenten te beperken, lijkt het logisch de 'poten' onder een hoek te zetten: vanuit het zwaartepunt van de bovenbouw een rechte lijn naar de steunpunten. De verticale belastingen oefenen gelijke krachten uit op de poten en de windbelasting zorgt voor tegengestelde krachten. Een complicatie in deze redenering is echter dat de bovenbouw geen star blok is, maar een tamelijk traditioneel skelet. Dat betekent dat het tafelblad stijve liggers moet hebben, die de verticale krachten overbrengen naar de steunpunten. Voor dergelijke liggers bood het bouwkundig ontwerp de ruimte tussen de twee vloeren direct boven de poten. Deze ruimte was al bestemd voor technische installaties en grotendeels bekleed met een gesloten gevel. De verdiepinghoge stalen vakwerkliggers zijn op elke 7,2 m haaks op de gebouw-as geplaatst.

Samen met de schuine poten, die aan het einde van de onderrand van het vakwerk zijn ingeklemd, vormt de vakwerkligger een portaal. Dit portaal voert de verticale én de horizontale krachten naar de fundering af. De reeks portalen is gekoppeld en vormt zo de 'tafelconstructie'. Op de tafel zijn de verschillende kernen ingeklemd, die de stabiliteit van de bovenbouw verzorgen en de windbelasting op de gevels en daken naar beneden afvoeren.

Poten in beton?

De keuze van het constructiemateriaal voor de tafel is gebaseerd op de ideeën van de architect

over de afmetingen en op de uitvoeringsmogelijkheden. Tijdens het bouwproces moest een niet onbelangrijk deel van de constructie af zijn voordat het als zelfstandig geheel zou blijven staan. De verschillende onderdelen moesten daarom geprefabriceerd en op de bouwplaats onderling worden verbonden in de definitieve toestand. Met andere woorden, een tafel met tenminste vier poten zou gereed moeten zijn voordat tijdelijke ondersteuning zouden worden verwijderd en er verder kon worden gebouwd.

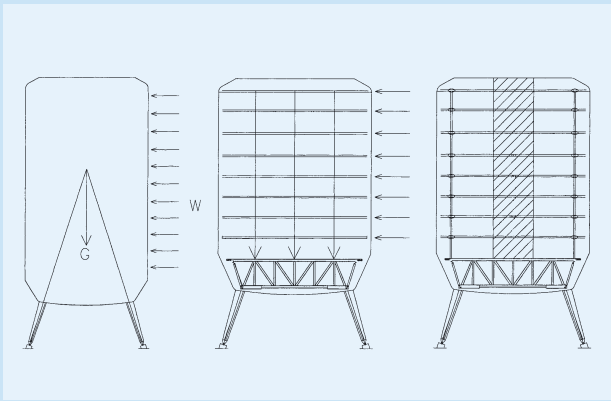
Door met name de vormgeving van de poten op het kelderdek is in eerste instantie gedacht aan een betonconstructie. Beton leent zich uitstekend voor de achthoekige vorm van de naar onder taps toelopende poten. Voor de verbinding bij de oplegging zou dan een stalen overgangselement ontwikkeld moeten worden. De knoop op de tweede verdieping, waar de poten aansluiten op het vakwerkspant, is complexer. De drie aansluitende vakwerkstaven zorgen voor een moment, een dwarskracht en een normaalkracht in deze knoop, die bovendien ook nog krachten moet opnemen van buiten het vlak. Het idee was dat dit met wapening uitvoerbaar zou zijn.

Maar wat theoretisch mogelijk leek, bleek in de praktijk toch niet echt te maken. Het is nagenoeg onmogelijk om de portalen met 5 m hoge vakwerken tussen 9 en 15 m boven maaiveld volledig ter plaatse te storten. De ondersteuning van het zware betonwerk en het gecompliceerde timmerwerk voor de vakwerkspanten zouden een te grote aanslag doen op budget en de beschikbare bouwtijd. Ook een

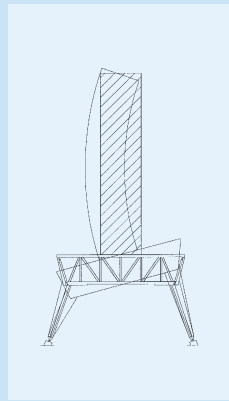
uitvoering in geprefabriceerde betonconstructies is onderzocht en dan vooral de grootte van de onderdelen in relatie tot het transporteren daarvan over de weg. Als één geheel was nog net een van de poten en de eerste diagonale randstaaf van het vakwerk te prefabriceren en te transporteren. Het vakwerk zelf was te hoog om als geprefabriceerd element te transporteren en zou dus ook in delen worden opgesplitst. Al die losse onderdelen zouden dan met natte verbindingen en een portaalkraan ter plaatse tot spanten samengesteld kunnen worden.

In de betonnen variant zijn alle vakwerkstaven 750 mm breed, de poten ter plaatse van de voet 1000 mm diep en ter plaatse van de knoop op de tweede verdieping 1600 mm. De architect vond met name de breedte van 750 mm voor de vakwerkstaven te grof. Daarnaast zouden er lange tijd zwaar materieel en een grote hoeveelheid tijdelijke ondersteuning nodig zijn. Deze drie factoren zijn aanleiding geweest tot een andere keuze: uitvoering in staal. Overigens was ook de staalconstructie nog dusdanig groot dat transport in delen moest plaatsvinden.

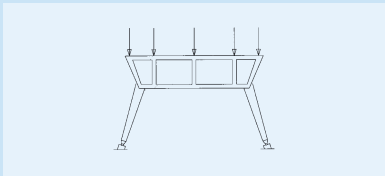
Een belangrijk aspect bij de keuze van de montagelassen is de grootte van de momenten en de dwars- en normaalkrachten in de aansluiting. Hoewel een deling bij de aansluiting van de poot aan het vakwerk voor de montage de meest wenselijk zou zijn, is daar niet voor gekozen. De verbinding van de staven op die plaats is zo gecompliceerd dat de poot en de eerste randstaaf van het vakwerk in de fabriek, en niet op de bouwplaats, aan elkaar gelast



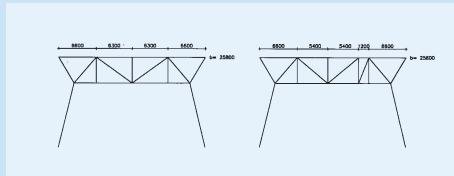
Blok op poten. Skelet op tafel.
Skelet op vakwerktafel.



Bewegingen onder invloed van wind.



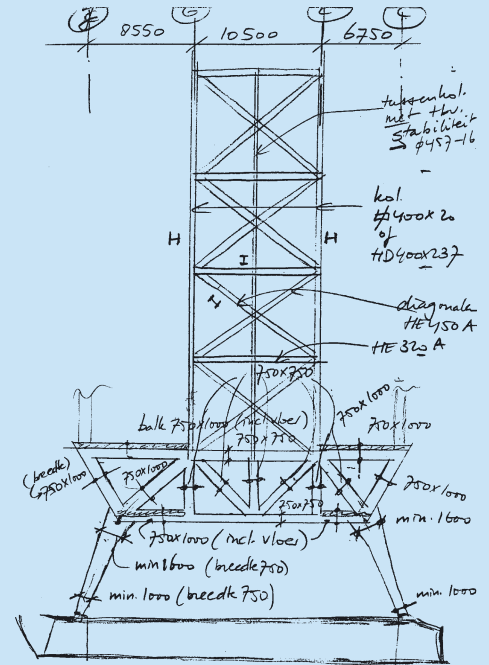
De tafel als vierendeelliggers (voorlopig ontwerp); door het ontbreken van diagonalen staan alle ruimten met elkaar in verbinding.



Symmetrisch en asymmetrisch vakwerk.

Opbouw van de tafel

De kruisvormige tafelpoten bestaan uit een samengesteld I-profiel met flensen van 400 x 40 mm en een 25 mm dik lijf, dat in hoogte verloopt van 800 naar 1600 mm. Het I-profiel is in de dwarsrichting aan weerszijden gesteund door een gehalveerde HE600B.



De afmetingen van de constructie (met de betonvariant voor het vakwerk) in het voorlopig ontwerp.

De fabricage van de kolommen.



Vierendeel versus vakwerkligger

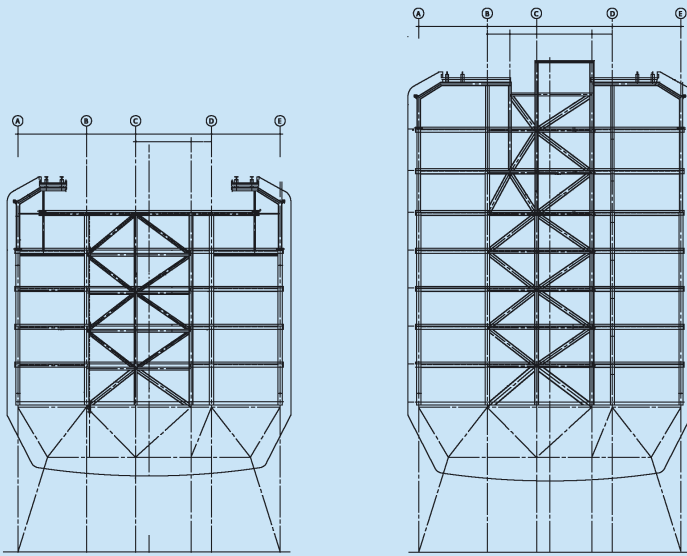
De 'poten' zijn onder een hoek geplaatst op de rechte lijn vanuit het zwaartepunt van de bovenbouw naar de steunpunten. Voor het overbrengen van de verticale krachten uit het traditionele skelet van de bovenbouw naar de steunpunten zijn in het 'tafelblad' (de tweede, technische verdieping) stijve verdiepinghoge liggers op elke 7,2 m haaks op de gebouw-as geplaatst. Samen met de poten vormen deze liggers de ruggengraat van het gebouw. Een uitvoering als vierendeelliggers, de wens van de architect, bleek niet mogelijk omdat de liggers hun draagkracht ontlenen aan de momentvaste knopen van regels en stijlen. Uit berekening bleken de op de liggers uitgeoefende krachten en momenten van zodanige omvang dat de knopen en de verbindende staven buiten proporties groot zouden worden. De ligger zou dan weer het karakter van een volle wandligger krijgen. Daarom is gekozen voor een vakwerkligger met diagonalen.

De tafel wordt zichtbaar.

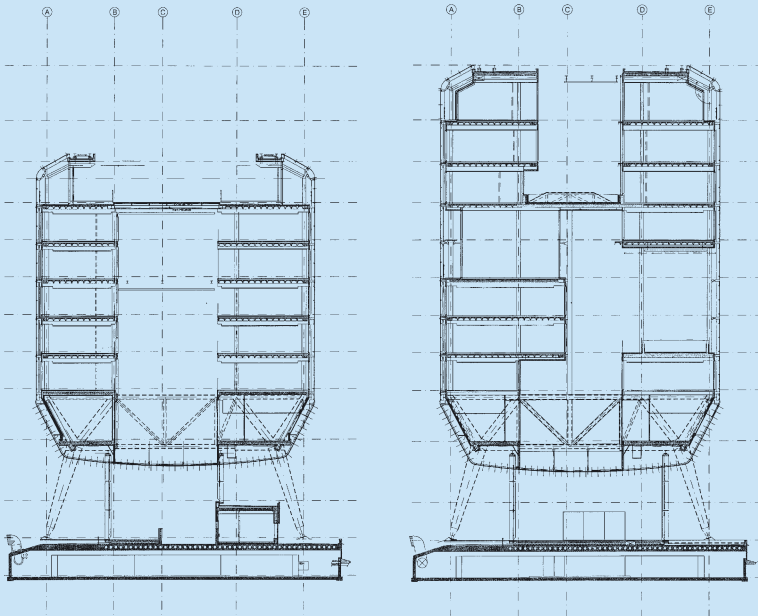


Het vakwerk in de langsrichting.





Stabiliteitsverbanden op as 10 en 14.



Dwarsdoorsnede op as 11.

Dwarsdoorsnede op as 16.

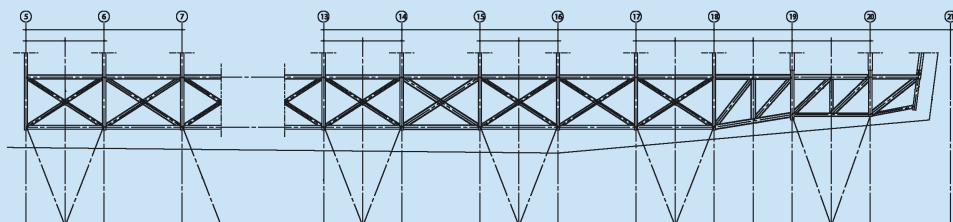
Stabiliteit en dwarsdoorsneden

De asymmetrische vakwerken op de assen 5, 10, 14 en 19 zorgen voor de dwarsstabiliteit. Deze kruisvormige verbanden zijn samengesteld uit H-profielen, met een kruis per verdieping. Naast stabiliteit zorgen de vakwerken in de langsgewel ervoor dat de op hun punt staande driehoeken van de kolommen in de goede stand blijven staan.

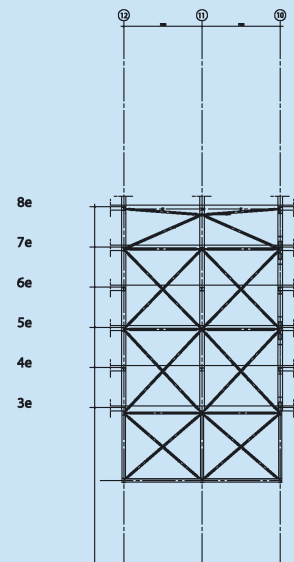


Aanzicht verband in vide, evenwijdig as B tussen as 10 en 12. De stabiliteitsverbanden die in het zicht zijn gebleven, kregen een behandeling met brandwerende verf.

Langsstabiliteit bij gevel in as A.



Langsstabiliteit evenwijdig aan as B, tussen as 10 en 12.



De tafel is ingepakt met aluminium panelen.

De grote verschillende vloerbelastingen op de begane grondvloer heeft geleid tot de keuze voor één ter plaatse gestorte 600 mm dikke vloer met kartonnen kokers voor gewichtsbesparing op plaatsen waar de dwarskracht en het moment dat toelieten.

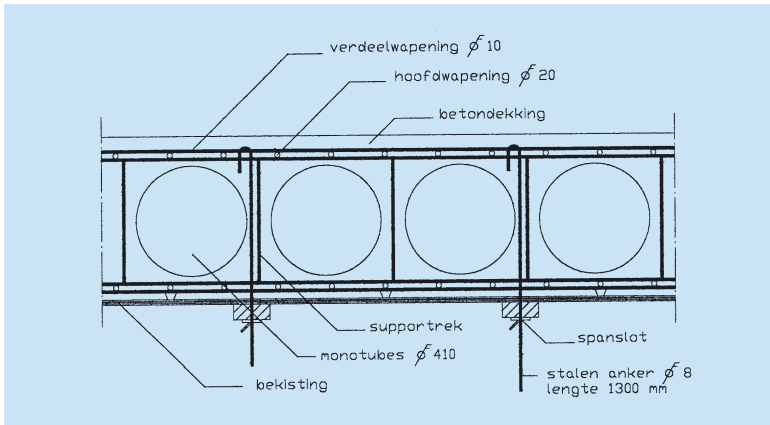


foto: Luuk Kramer

moest worden. Dit element, dat door de hoeken en knikken een driedimensionale vorm heeft van circa 15x3x3 m, was nog net over de weg te vervoeren.

De voetknoop

De architect had de wens dat de kolommen (poten) aan de voet bij de fundering gering zouden zijn, maar royaal aan de bovenzijde bij de aansluiting aan de tafel. Bij de berekeningen van de portaalconstructies is in eerste instantie uitgegaan van een momentvaste verbinding van de kolommen aan de fundering. Door de vormwens van de architect was de doorsnede aan de voet echter te klein voor de optredende momenten en is gekozen voor een scharnierende verbinding. Het detail moest dan wel zo worden ontworpen dat de verbinding daadwerkelijk als scharnier kan en blijft functioneren. Omdat de hoekverdraaiingen in dit scharnier slechts gering zijn, is dit bereikt met een vaste cilinderrol aan de voet van de kolom, waarvan de as haaks staat op de richting van de hoofdportalen. Deze cilinderrol is gevat in een hol zadel met een iets grotere diameter, waardoor de cilinder kan rollen in de kom van het zadel. Het contactpunt tussen de rol en het zadel is in principe de raaklijn van twee cilinders. Om de krachten in dit contactpunt zoveel mogelijk als normaalkrachten in de kolom te brengen is het zadel onder een helling geplaatst, zodat de werklijn van de kracht loodrecht door het contactvlak gaat.

Afwijkingen van deze krachtlijn bij zijdelingse belastingen op het gebouw worden opgevangen door verplaatsingen van het contactoppervlak.

Als extra zekering tegen zijdelingse verplaatsingen is toch een dook door het contactvlak gestoken. Deze dook zal tevens krachten in langsricting van het gebouw opvangen als die de wrijving tussen rol en zadel overschrijden. De krachten uit de poten worden zo overgebracht via een voetplaat, waarin het zadel is uitgefreesd, op een opstorting van hoogwaardig beton op het kelderdek. Deze opstorting is weer geplaatst boven de zware poerconstructie in de kelder.

Tafelblad

Tussen de boven- en ondervloer van de tafel zijn vakwerken in de langsgevels aangebracht. Samen met de vloerschijven van tweede en derde bouwlaag vormen zij een stijve, vormvaste doos: het blad van de tafel. De tafelpoten (spantbenen) zijn in de dwarsrichting ingeklemd in het blad. In de lengterichting zijn de poten paarsgewijs gekoppeld tot V-kolommen, die twee aan twee op één voetknoop samenkomen. Met de onderregel van het gevelvakwerk ontstaat zo een serie vormvaste driehoeken in lengterichting. De vakwerken in de langsgevels zorgen ervoor dat de op hun punt staande driehoeken in de goede stand blijven staan. De tafel is een ongeschoord raamwerk. Zowel in lengterichting als in dwarsrichting voeren de V-kolommen de windbelasting op het hele gebouw af naar het kelderdek. Op deze stabiele onderbouw rust het skelet van de bovenbouw. Voor de stabiliteit in de lengterichting van het gebouw zijn ook weer vakwerken ingeklemd in de tafel, deze spanten rusten echter steeds op twee verschillende spanten.

De belastingen die de opbouw op de tafel uitoefent zijn per spant nogal verschillend. Dat komt deels door de wisselende hoogte van de opbouw, maar ook door de grote vides in het gebouw en de zware belastingconcentraties van de forse pakketten grond van de binnentuinen. De belastingverschillen veroorzaken – net als de stabiliteitskernen – buigende momenten in de tafel. De vakwerken in de gevel en de extra vakwerken in de hoogte van de tafelspanten haaks daarop nemen deze momenten op.

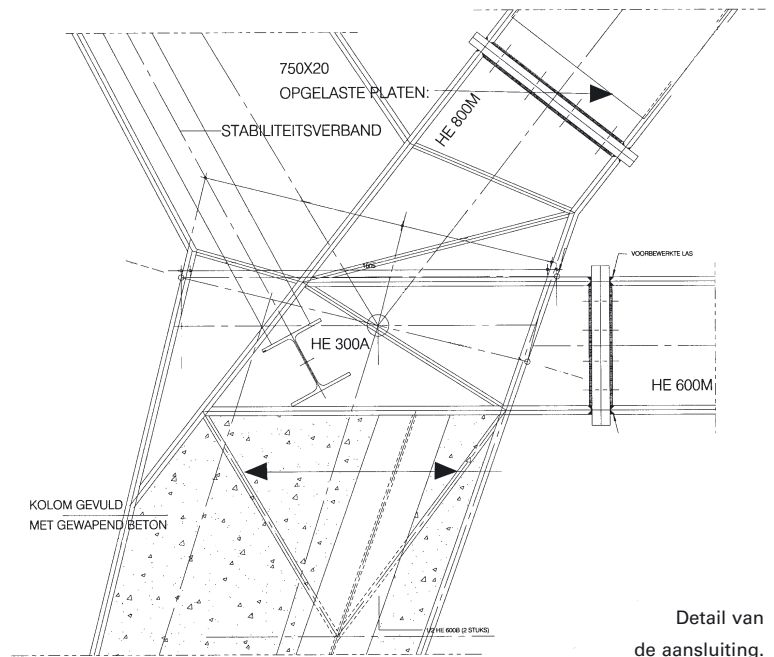
Asymmetrie

Van meet af aan heeft het idee geleefd dat de tafelconstructie symmetrisch zou zijn, waardoor krachten gelijkmatiger worden afgevoerd naar de poten en de fundering. Bij de ontwikkeling van de bovenbouw hebben echter ook bij dit project de gebruikelijke discussies plaatsgevonden tussen opdrachtgever en architect over indelingsmogelijkheden, gebruik en flexibiliteit. Daarbij waren de diverse vides, binnen- en binnentuinen, patio's en cascades nog eens extra randvoorwaarden. Met name de wens van de opdrachtgever om aan de noordgevel (A10-zijde) 7,2 m diepe kantoren te kunnen maken resulteerde in een excentrische, asymmetrische kolomplaatsing in de bovenbouw, met als gevolg asymmetrie in de spanten van de tafel.

De verscheidenheid aan functies in de technische bouwlaag werd de volgende verstoring. Aanvankelijk was deze laag vooral bestemd voor de huisvesting van technische installaties en enkele andere facilitaire functies. Uit die periode in het ontwerpproces dateert ook de



Aansluiting van de tafelpoot op het tafelblad.



Detail van de aansluiting.

benaming 'buik' voor deze laag. Gaandeweg het ontwerpproces moesten er ook kantoorfuncties komen in deze technieklaag, met als gevolg ramen in de gevel met de kruisverbanden en een gang voor de bereikbaarheid van de kantoorruimten. Tussen de diagonale en verticale staalconstructies van de vakwerkspanten liepen daarmee niet alleen meer leidingen en kanalen, maar ook werkende mensen. Het gevolg is dat van de zestien spanten er slechts twee hetzelfde zijn. Echt symmetrisch is alleen nog het spant op as 5 bij de uitkraging van het auditorium. De grote variatie in constructies heeft zowel in de voorbereiding als in de uitvoering en productie sterk kostenverhogend gewerkt.

Vloerkeuze tweede en derde verdieping

De asymmetrische belasting op de spanten resulteert in een horizontale verplaatsing, wat constructief een interessant aspect is. Omdat de mate van excentriciteit niet overal gelijk is zullen de horizontale krachten deels worden vereffend. De schijfwerking van de vloeren van de tafel levert daaraan een niet onbelangrijke bijdrage, reden waarom deze vloeren zijn uitgevoerd als monolitische betonnen schijven. De techniekruimte (tweede verdieping) heeft een variabele belasting van 5 kN/m^2 , de derde verdiepingvloer een normale kantoorbelasting (4 kN/m^2 variabel). Als vloertype kwam hiervoor een breedplaatvloer met een totale dikte van 300 mm het meest in aanmerking, ook al geeft een in het werk te storten vloer op circa 9,5 m boven maaiveld uitvoeringstechnisch nog wel enige complicaties. De breedplaatvloer

vereist namelijk voor het storten van de druklaag een onderstempeling waarvoor hoge stempelconstructies nodig zijn. Toch had een gestorte vloer de voorkeur, om de volgende redenen:

- Horizontale krachten kunnen vanuit liggers en stabiliteitsverbanden via op bovenflens gelaste deuvels naar de vloer worden geleid. Bij een bovenflens van 300 mm breed en een oplegging voor de breedplaat 15 mm aan weerszijden is een zone van 270 mm in het werk gestorte beton beschikbaar om krachten via deze deuvels over te brengen;
- Bij de aansluiting van de V-kolom op de knoop met het kruisverband in de gevel en het tafelspant ontstaan momenten in het vlak van de vloer. Deze momenten kunnen met een gestorte strook evenwijdig aan de langsgewel worden opgenomen (door middel van aan het spant gelaste wapening);
- Horizontale krachten loodrecht op de spanten, bijvoorbeeld door de verankering van de ophangstaven van het auditorium tussen as 7 en 9, kunnen in de vloer worden gespreid.

De aannemer heeft uiteindelijk toch besloten om geen breedplaatvloer toe te passen, voornamelijk vanwege de moeilijkheden bij het stempelen op die hoogte. Gekozen is voor een betrekkelijk nieuw product, de 'Wing-vloer'. Dit is een combinatie van een kanaalplaat- en een breedplaatvloer, waarbij geen stempeling nodig is. De 2400 mm brede plaat heeft een 1200 mm breed middendeel dat geformeerd is als een kanaalplaat. Aan weerszijden bevinden zich 600 mm brede vleugels van 70 mm dik,

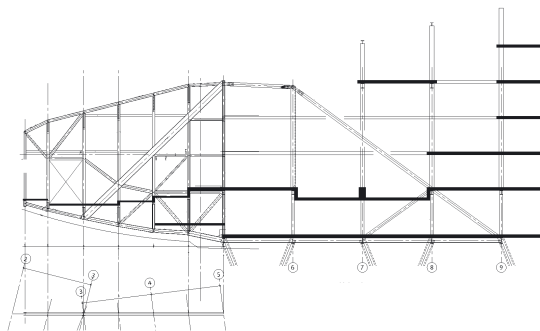
die sterk genoeg zijn om het stortgewicht over te dragen aan het middendeel. Het geheel wordt met een druklaag aangestort tot de volledige vloerdikte. In de middenzones, waarin trappenhuisen, schachten en vides zitten, zijn wel breedplaten toegepast, evenals voor de reeds eerder gemelde strook langs de langsgewel. Deze strook is tijdens het storten afgesteund op het naastliggende Wing-element.

Constructie oostgevel

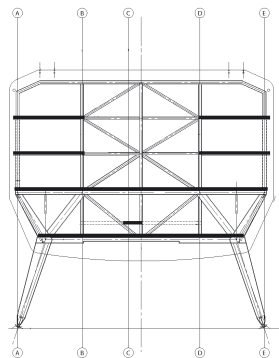
Op de assen 5 tot en met 18 zijn de peilmaten van de voetknoten en van de onderkant van de tafel gelijk en daarmee ook de vorm van de poten. Vanaf as 18 loopt de buikhuid naar het oosten langzaam omhoog en zijn daarom ook de onderregels van de spanten hoger aangelegd. Op de assen 19 en 20 is zelfs een spant met dubbele verdiepingshoogte toegepast. Maar door de omhooglopende onderzijde worden ook de lengtes van de poten onder deze assen groter en maken de kolommen een andere hoek met de verticaal. Onder as 21, aan het uiteinde van het gebouw, staan geen poten meer. Het spant onder de hellende achtergevel steunt op verlengingen van de vakwerken in de langsgevens en drie extra spanten in de lengterichting van het gebouw, opgelegd in de vakwerken van as 19 en 20. Door deze uitkraging, waarvan het gehele gewicht wordt gedragen door de laatste twee spanten, zijn de poten op as 19 en 20 het zwaarst belast.

Bovenbouw met vides

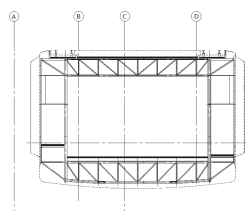
De bovenbouw is ontworpen als een zeer open gebouw, met glazen gevels en daken. De trans-



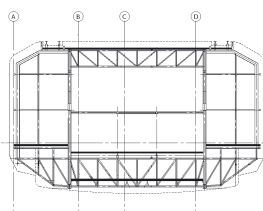
Aanzicht hoge wandligger.



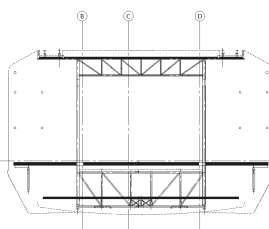
Doorsnede spant op as 5.



Spant op as 3.



Spant op as 4.



Spant tussen as 4 en 5.



foto: Luuk Kramer

parantie vraagt om een strak, helder en regelmatig skelet. Wat er binnen gebeurt, mag en moet buiten herkenbaar zijn. In het gebouw bevinden zich diverse vides, zowel aan de gevel als centraal in het gebouw. Enkele vides lopen zelfs door tot aan het dak. Op de vloeren onder de vides zijn terrassen en tuinen in diverse klimaatzones aangelegd.

In eerste opzet heeft de architect gekozen voor een symmetrische indeling van het skelet. In de lengterichting van het gebouw bepalen de tafelspanten de stramienmaat van 7,2 m. De kolommen staan op een regelmatig raster en bij vides zijn eenvoudig de vloeren weggelaten. In de breedte verdeelt het kolommenstramien het gebouw in vier traveeën van respectievelijk 6,6 - 6,3 - 6,3 - 6,6 m. De centraal geplaatste vide van 9 m resulteert in vloervelden van 8,4 m aan de noord- en zuidzijde. Door de gekozen kolomplaatsing ontstaan langs de videranden overstekken van 1,8 m.

Tijdens het voorlopige ontwerp kwam de opdrachtgever met een nadere eis om aan de noordzijde diepere vertrekken te kunnen realiseren en ontstond de noodzaak de vides uit het midden te verschuiven. De dwarsverdeling wijzigde hierdoor in traveematen van 8,4 - 5,4 - 5,4 - 6,6 m. Deze eis heeft ingrijpende consequenties gehad voor de verdere ontwikkeling van de totale constructie en heeft onder andere geleid tot de asymmetrische tafelconstructie.

Vloeren bovenbouw

De vloeren van de bovenbouw zijn uitgevoerd volgens het zogenaamde Slimdeck-systeem: een staalplaat-betonvloer opgelegd in een ASB

ligger (zie pagina's 26 en 27). In de vloervelden van 8,4 m naast de vides zijn de kolommen toch teruggezet naar 6,7 m, vooral vanwege de hoge kosten van de 8,4 m overspanning. Bovendien loopt langs de vide in veel gevallen een gang, zodat de kolommen in de gangwand komen.

Dit terugplaatsen van de kolommen heeft echter de symmetrie in het tafelspant niet teruggebracht. De maat van de vide bleef ongewijzigd en de diagonalen van de tafel zijn in de vide zichtbaar. Daarvoor was het van belang dat de diagonalen de bovenregel kruisen ter plaatse van de viderwand. Uiteindelijk is daartoe gekozen voor een stramienverdeling van 6,7 - 4,8 - 7,4 - 6,7 m.

Bij de binnen- en buitentuinen en voor de terrassen zijn vanwege de hoge vloerbelastingen kanaalplaatvloeren met een gewapende druklaag toegepast, omdat het Slimdeck-systeem deze belastingen niet kan dragen. De ASB liggers zijn vervangen door samengestelde profielen of zelfs een vakwerk, waarvan de onderflenzen wel voorzien moesten worden van een brandwerende bekleding.

Kolommen bovenbouw

De architect had een uitdrukkelijke wens tot zo minimaal mogelijke kolomafmetingen. Ronde buizen met een diameter van 406,4 mm voldeden aan die wens en bleken constructief het absolute minimum. Op de bovenste verdiepingen wilde de architect de kolomafmetingen nog kleiner. Een reductie naar 324 mm bleek uit berekeningen haalbaar.

Er is bewust niet gekozen voor gewapende

staalbetonkolommen vanwege de vele extra handelingen en het hoge benodigde wapeningspercentage voor het belastinggeval 'brand'.

Brandwerendheid

Vanwege de dakvloer op circa 47 m boven maaiveld moest de hoofddragconstructie een brandwerendheid hebben van 120 minuten, te reduceren met 30 minuten omdat de in het gebouw toegepaste afwerkingsmaterialen steenachtig zijn en de aanwezige vuurbelasting laag.

In de definitieve ontwerpfase is bovendien vastgelegd dat het gebouw een volledige gecertificeerde sprinklerinstallatie zou krijgen, wat nogmaals een reductie van 30 minuten opleverde. De uiteindelijk te bereiken brandwerendheid bedroeg dus 60 minuten. De Slimdeck-vloeren met ASB-liggers en Comflor-vloeren voldoen daaraan zonder aanvullende brandwerende bekledingen. De kolommen zijn voorzien van een brandvertragende coating, waardoor kon worden volstaan met één buisdiameter van 406,4 mm en met in de hoogte variërende wanddiktes.

De brandwerende coatings zijn in de loop der jaren sterk verbeterd, zowel op het gebied van duurzaamheid als wat betreft uiterlijk. Een brandwerendheid van 120 minuten is goed haalbaar en de coating is door gerenommeerde instanties als TNO beproefd. Het uiterlijk heeft niet langer een sinaasappel-effect, zoals in het verleden, maar is in de fabriek én op het werk goed strak aan te brengen. De gemeente Amsterdam erkent en accepteert de toepassing van deze wijze van brandwering, mits gecertificeerd en beproefd.



Constructieve opzet auditorium

De enorme doos van het auditorium hangt boven de tafel tegen de kopwand van het gebouw. In beide zijgevels voeren zware diagonalen (HE 700 B) de verticale krachten naar boven toe af, naar het niveau van de zesde verdieping waar de krachten worden ontbonden en gesplitst. De verticale component gaat via de kolommen op as 5 naar de tafelconstructie; de horizontale component wordt over één stramien horizontaal verder geleid, naar as 6, en dan via een groot (trek)schoorwerk naar beneden afgevoerd. Dit is gedaan om de verticale component niet op as 5 af te leiden, waar de verticale component uit de zaalwand al moet worden opgenomen. De trekschoor wordt op niveau drie gekoppeld aan de tafelconstructie. Tussen niveau twee en drie zijn extra schoren toegevoegd om de grote kracht goed in de tafel in te leiden. De horizontaal ontbondene van de diagonaalkracht wordt aan de onderzijde afgesteund tegen de tafel. De vlakken tussen de diagonaal en de onderste steunbalk zijn gevuld met (verticale) vakwerkconstructies waartussen vijf vakwerkspanten zijn aangebracht op een onderlinge afstand van 3,6 m. De getrapte zaalvloer rust op deze vijf spanten, die buiten het vlak van de zaalwand nog een uitkraging hebben om de vloeren en de gevel van de cascades te dragen. Door de getrapte vorm van de zaalvloer hebben de vijf vakwerkspanten een toenemende constructiehoogte. In het ondervlak van de vloerdragende vakwerken is een stabiliteitsverband aangebracht dat is ingeklemd in de vloer van de tafel. Vijf portalen, met een vakwerk als bovenregel, dragen het dak. De benen staan op de zware diagonaal in de zaalwanden. De staalconstructie van het dak is geheel afgekruid. De doos kreeg zo een stijf en star bovenvlak, dat ligt op verankeringen aan de staalconstructies van de vloeren op de zesde verdieping.

Stabiliteit bovenbouw

Op de assen 5, 10, 14 en 19 zorgen schoorwerken, uitgevoerd als kruisvormige verbanden van H-profielen, voor de stabiliteit in de dwarsrichting. Het schoorwerk op as 5 verzorgt tevens de stabiliteit van het uitkragende auditorium.

De verbanden zijn grotendeels opgenomen in bouwkundige wanden naast en achter de trappenhuisen, waardoor de wandafwerking automatisch zorgt voor de vereiste brandwerendheid. Alleen de kolom van het vakwerk aan de zuidelijke gangzijde is zichtbaar en is daarom als ronde buis uitgevoerd, in de lijn van alle andere gangkolommen.

In de lengterichting van het gebouw bevinden zich stabiliteitsverbanden in de achterwand van lift- en trappenhuis, alsmede in de wand van de vide op as B tussen de assen 10 en 12 en op as C tussen as 13 en 14.

Het stabiliteitsverband in de vides is samengesteld uit ronde buisprofielen met kruisen over twee verdiepingen. Het verband is excentrisch ten opzichte van de kolommen. De overdracht van de krachten in de diagonalen naar de kolommen geschiedt door een massieve stalen staaf, die in het verlengde van de vloerligger door de stalen buis is gestoken. Aan deze massieve staaf zijn schetsplaten gelast. De buisprofielen van het verband hebben aan het uiteinde een gaffel van twee schetsplaten en een penverbinding in gaten in de schetsplaten.

Alle stabiliteitsverbanden zijn op de derde verdieping ingeklemd in de tafelconstructie en – voorzover in het zicht – voorzien van brandvertragende coating.

Auditorium

Het auditorium met podium, zaal, balkon, verpozingsgebieden en trappenhuis kraagt als een soort vliegtuigneus 21,6 m vrij uit. De zaal heeft de vorm van een amfitheater met een getrapte vloer en gebogen rijen stoelen. De zaalwanden zijn gesloten, met uitzondering van de toegangsdeuren. De hoge glazen buitenwanden van de verpozingsgebieden zijn een voortzetting van de glazen gevel met de achterliggende cascade van het kantoorgedeelte.

De wand achter het podium is een grote volledig glazen gevel met beweegbare horizontale lamellen. Als de lamellen open staan is er vanuit de zaal ruim zicht op de omgeving. Het spreekt voor zich dat er daarom geen schoorverbanden in dit gevelvlak waren toegestaan. Dit is niet altijd het geval geweest.

Aanvankelijk was het auditorium net andersom gesitueerd: het podium lag tegen as 5 en de de punt van de neus was de achterwand van de oplopende zaal. Op een bepaald moment tijdens het ontwerpproces is besloten de zaal 180° te draaien. Constructief was dit haalbaar, zij het dat er dan een knik in de hoofddragconstructie ontstond.

Het dak van het auditorium is om akoestische redenen uitgevoerd met massieve, 120 mm dikke betonnen platen, respectievelijk met 150 mm dikke kanaalplaten. Daarop zijn de dakbedekking en een esthetische beplating aangebracht.

De getrapte vloer van de zaal is eveneens om akoestische redenen uitgevoerd als een doorlopende betonconstructie van staalplaatbetonvloeren en ter plaatste gestorte betonnen

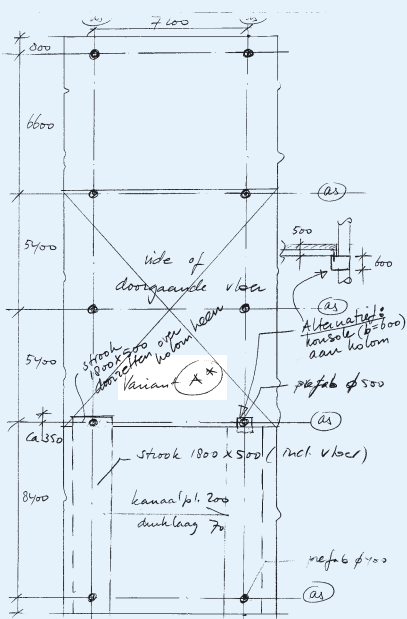
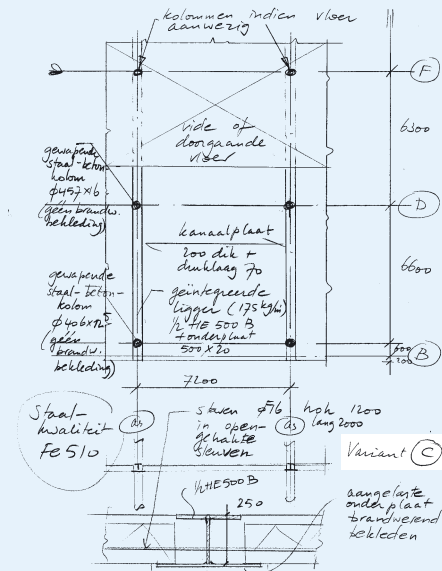
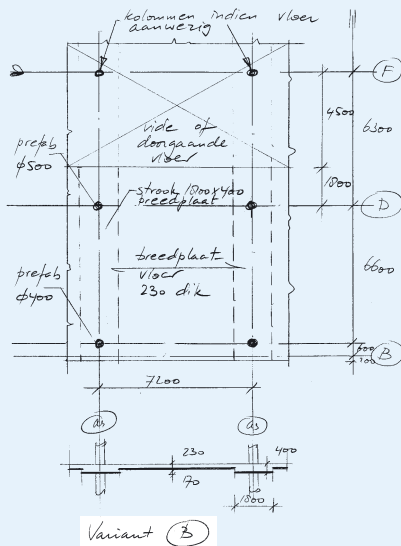
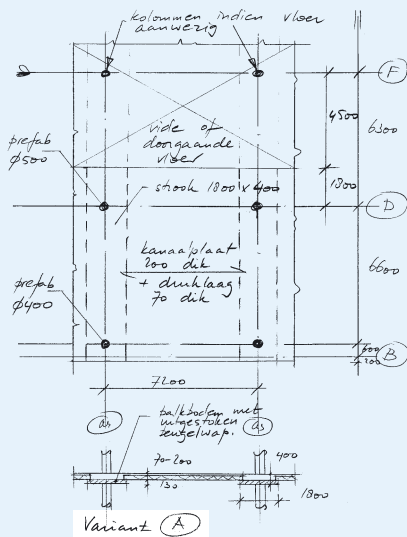
overgangen bij de vloersprongen. De ruimte onder de vloer wordt gebruikt voor de aan- en afvoer van lucht naar het auditorium en vlak bij as 5 ook als berging.

De detaillering van de knopen van de schoorconstructies van het auditorium heeft grote aandacht gekregen omdat ze allemaal in het zicht blijven. In het oorspronkelijk ontwerp zouden alle schoren zich in een buitensituatie (koud) bevinden. Om een al te grote variatie van de temperatuur en daarmee verlenging en verkorting van deze staven te beperken, werd in de bestekken een verwarmingsinstallatie voorgeschreven, die bij extreem lage buitentemperaturen de schoorstaven moest opwarmen. Uiteindelijk is het dak boven de vide, waarin deze staven zitten, gesloten en kunnen de schoren niet meer extreem koud worden.

Secundaire staalconstructies

Een staalconstructie is 'secundair' wanneer in geval van bezwijken of malfunctioneren van zo'n staalconstructie er geen risico's of schade ontstaan aan de rest (= hoofdconstructies) van het gebouw. Daarnaast is bij de uitwerking en detaillering van de secundaire constructies meestal de vormgeving belangrijk en de detaillering afhankelijk van fabrikanten en/of leveranciers. In het bestek is duidelijk omschreven welke onderdelen tot de secundaire constructies behoren.

De hoofdconstructeur heeft de ontwerpberekeningen gemaakt, de globale principes en profielafmetingen bepaald en op de bestektekeningen aangegeven. Op basis van deze gegevens heeft de architect in zijn bestektekeningen veel



Variantenstudies vloertype

De keuze voor de vloeren vanaf de derde verdieping is gebaseerd op een variantenstudie voor het symmetrische skelet (7,2 - 6,6 - 6,3 - 6,3 - 6,6 m): varianten A tot en met F. Daarna zijn deze varianten nogmaals bekeken voor het asymmetrische skelet (7,2 - 8,4 - 5,4 - 5,4 - 6,6 m): de varianten A* t/m F*. (de letters K, B, V, O en ..* staan voor Kolommen, Balken, Vloeren, Opmerkingen en de *-varianten)

Variant A

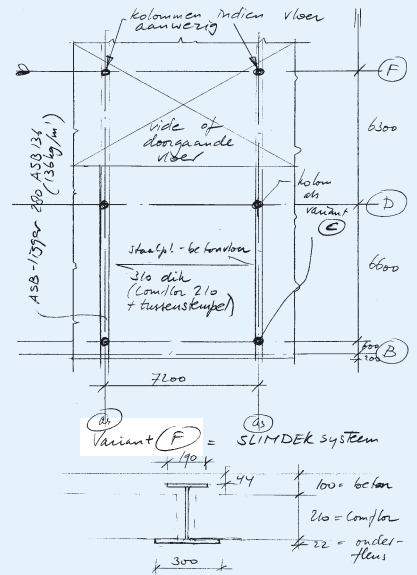
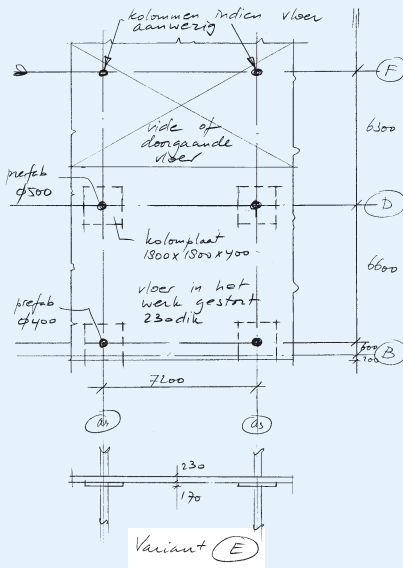
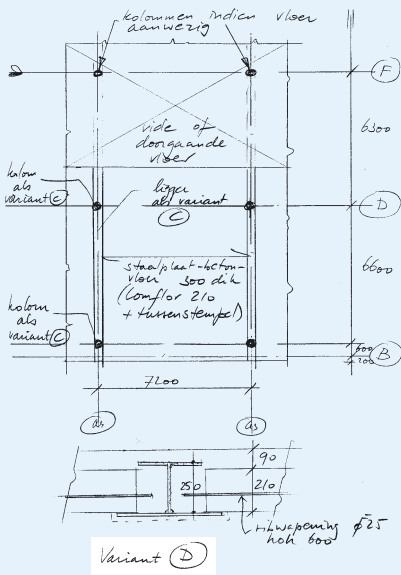
- K : geprefabriceerde betonkolommen
- B : 1800 mm brede, 130 mm dikke geprefabriceerde betonplaten
- V : kanaalplaatvloeren met een gewapende druklaag, dikte 270 mm
- O : totale dikte ter plaatse van betonplaten: 400 mm
- A*: vanwege de grotere balkoverspanning van 8,4 m (in plaats van 6,6 m) is een balkdikte van 230 mm in plaats van 130 mm vereist. Bij deze variant komen de kolommen ook in de vides terecht. Er ontstaan gecompliceerde kolomaansluitingen waarvoor twee alternatieven zijn onderzocht (zie schets). De toepassing van een console onder de balkstrook is de meest elegante oplossing.

Variant B, afgeleide van A

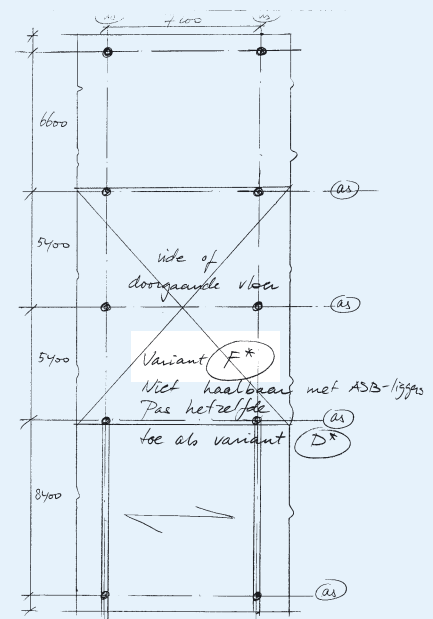
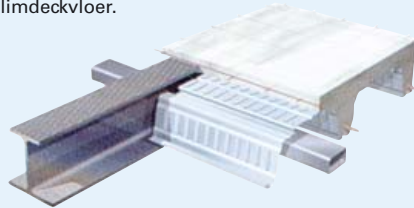
- K : geprefabriceerde betonkolommen
- B : 1800 mm brede, 50-70 mm dikke breedplaatvloeren, eventueel met opgezette zijden, gelijktijdig afgestort met de druklaag van de vloer waardoor een monolithisch geheel ontstaat. Totale dikte 170 mm. Voor de dunnere plaat zijn uiteraard meer onderstempelingen nodig.
- V : breedplaatvloeren, door inklemming bij de opleggingen op de balkstroken dikte (maar) 230 mm,
- O : totale dikte ter plaatse van betonplaten: 400 mm
- B*: Idem variant A*: dikte balkstrook 270 in plaats van 170 mm.

Variant C, afgeleide van A

- K : stalen buizen, gevuld met gewapend beton
- B : een stalen 'geïntegreerde' ligger, gedeeltelijk opgenomen in de hoogte van de vloer, samengesteld uit een gehalveerde HE 500B met vastgelast aan de onderzijde een doorgaande stalen plaat die breder is dan de bovenflens. De onderplaat moet brandwerend bekleed worden
- V : kanaalplaatvloeren met een gewapende druklaag, dikte 270 mm, onderling gekoppeld aan weerszijden van het profiel door vóór het storten van de druklaag een wapeningsstaaf door of over het profiel in opgehaakte kanalen te brengen.
- O : Extra aandacht vereist voor de bovenzijde van de vloer die nagenoeg gelijk ligt met de bovenzijde van de druklaag waardoor er grote kans op scheurvorming is op de naad tussen de balk en de druklaag. Een dikkere kanaalplaat te kiezen, 260 in plaats van 200 mm, of kleinere profielhoogte beperkt dit risico. De laatste optie vereist echter aanzienlijk meer staal.
- C* Ook hier een grotere balkhoogte (HE 600B in plaats van 500B) die dan onder de vloer uitkomt. Vloerdikte blijft gelijk: 270 mm. De 40 mm ruimte tussen de onderflens en de onderkant van de vloer wordt uitgevuld met een UNP 80 waarop vloer wordt opgelegd.



Slimdeckvloer.



Uiteindelijke keuze

De hoofddragconstructie moet een brandwerendheid van 60 minuten bezitten, bereikt door de vereiste 120 minuten (in verband met hoogte), gereduceerd met 30 minuten vanwege lage vuurbelasting en nogmaals 30 minuten door gecertificeerde sprinklerinstallatie. Voor de Slimdeckvloeren met ASB-liggers en Comflor-vloeren kan dit zonder aanvullende brandwerende bekledingen worden gerealiseerd. Tijdens de DO-fase is gekozen voor variant F: het Slimdeck-systeem.

Variant D, verdere ontwikkeling van C.

- K : stalen buizen, gevuld met gewapend beton.
- B : een stalen 'geïntegreerde' ligger conform variant C.
- V : staalplaat-betonvloer, type 'Comflor': ribben van circa 150 mm breed op 600 mm hart op hart, plaathoogte 210 mm, vloerdikte 300 mm. Voor de brandwerendheid van de vloer zit in elke ribbe een enkele wapeningsstaaf.
- O : idem variant C.
- D* : dikkere staalplaat-betonvloer (310 in plaats van 300 mm) op de onderflens van de ligger. Het probleem aan de bovenzijde van de vloer blijft (risico scheurvorming).

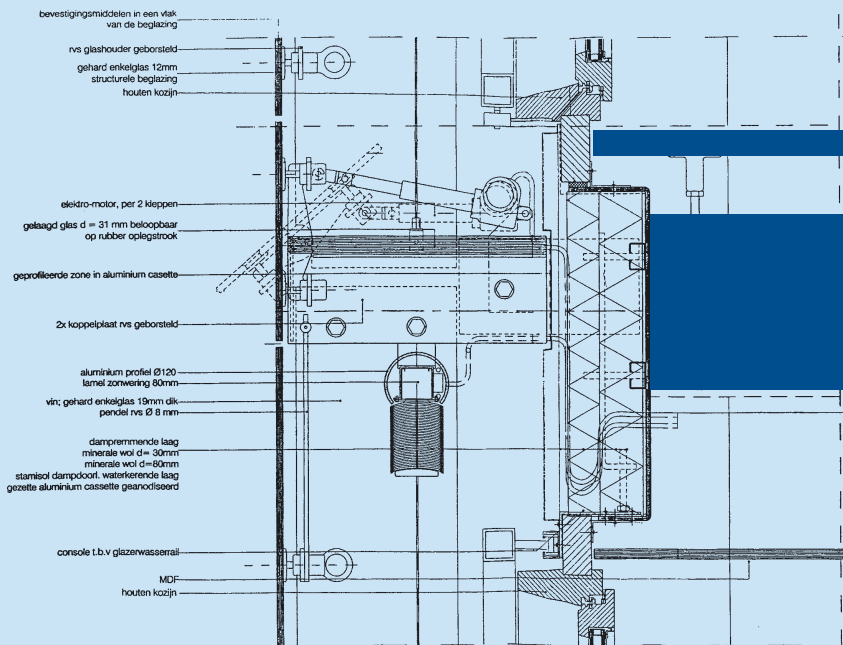
Variant E (betonnen variant)

- K : grotendeels of geheel in het werk uitgekist, gewapend en gestort.
- B : grotendeels of geheel in het werk uitgekist, gewapend en gestort.
- V : grotendeels of geheel in het werk uitgekist, gewapend en gestort. Als vloer is een plaatvloer met kolomvloer (paddestoelvloer) onderzocht, vloerdikte dikte 230 mm, bij kolommen 400 mm over een oppervlak van 1800 x 1800 mm².
- O : een traditionele wijze van construeren die wat ouderwets en arbeidsintensief lijkt voor het revolutionaire ontwerp.

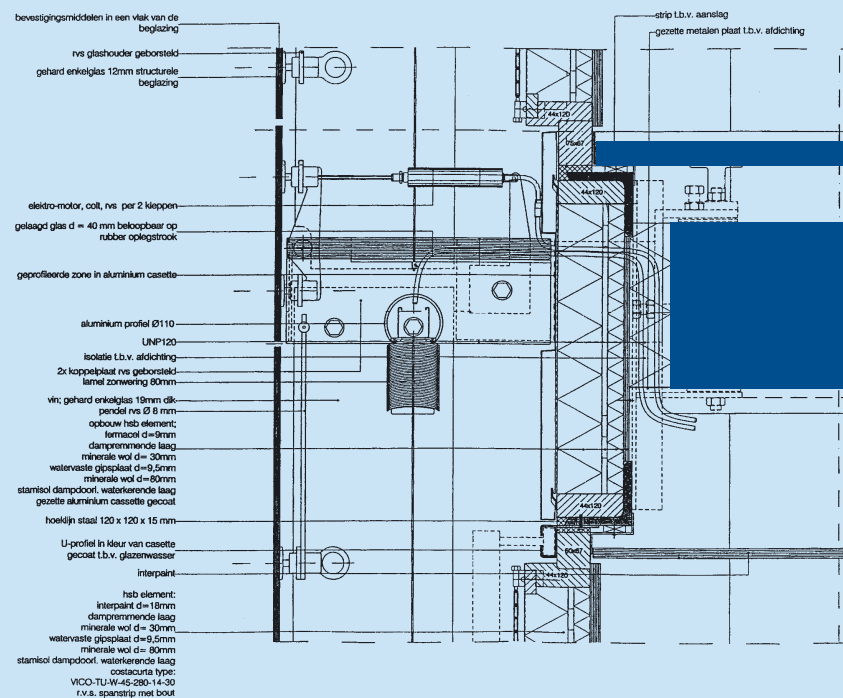
E* : door de grotere vloeroverspanning moeten zowel de vloer als de kolom plaat 50 mm dikker zijn dan aangegeven bij variant E.

Variant F (verdere ontwikkeling van D)

- K : stalen buizen, gevuld met gewapend beton.
- B : een stalen 'geïntegreerde' ligger in de vorm van een zogenaamde ASB ligger: een in één keer gewalst profiel met een smalle bovenflens en een brede onderflens. Bovendien is op de bovenflens een wafelpatroon opgewalst voor een betere samenwerking met het omhullende beton. Het profiel heeft een relatief dik lijf, dikker dan bij normale walsprofielen, dat geheel door beton omhuld wordt waardoor de totale geïntegreerde ligger een brandwerendheid heeft van 60 minuten. Een extra wapeningsstaaf net boven de flens verhoogt de brandwerendheid nog meer. De onderzijde van de onderflens behoeft niet brandwerend bekleedt te worden.
- V : staalplaat-betonvloer conform variant C (D), alleen met een 10 mm dikkere druklaag. Totale vloerdikte is 310 mm.
- O : de combinatie ASB-ligger + Comflor-210-vloerplaat wordt Slimdeck-systeem genoemd vanwege de slanke constructie
- F* : de balkoverspanning is te groot voor de beschikbare ASB liggers. Deze variant vervalft daarom.



Oorspronkelijk detail vloerrand. Schaal 1:20.



Uitgevoerd detail vloerrand. Schaal 1:20.

De gezette platen met aangelaste ankerrails voor glazen buitengevel.



Oorspronkelijk lag in het architectonisch detail de thermische isolatie van de vloerrand in hetzelfde vlak als de binnenpui, die daardoor echter vóór de rand van de vloer kwamen te staan. In samenwerking hebben architect en constructeur daarvoor een ondersteuningsconstructie ontwikkeld. Onderen de bovenregel van de binnenpui sluiten aan op stalen hoekprofielen die verticaal gekoppeld zijn door korte U-profielen. In de U-profielen zijn strip-ten gelast voor de bevestiging aan de vloerrand met ter plaatse in te boren ankers.

De frames van hoeklijnen en U-profielen konden als rekken van 7,2 m in één keer aan de vloer worden bevestigd. Om economische en uitvoeringstechnische redenen heeft de aannemer dit detail echter gewijzigd. De frames van hoeklijnen en U-profielen zijn vervangen door een U-vormige gezette plaat die vooraf aan de vloer is verankerd om ook als randkist te fungeren tijdens het storten van de verdiepingsvloeren. Het stellen van deze gezette platen vereiste een grote nauwkeurigheid omdat aan de plaat in de fabriek al een systeem van ankerrails was vastgelast voor de glazen buitengevel die een kritische, weinig flexibele maatvoering heeft. Desondanks en met goed gevolg heeft de aannemer het detail toch op de door hem voorgestelde wijze uitgevoerd.

Waar de vloer ontbreekt is een ronde buis aangebracht die de glazen gevel draagt.



foto: Luuk Kramer



Opvallend is de grote transparantie door het hele gebouw. Zo ook hier bij een vergaderzaal op de achtste verdieping en de vide bij het auditorium.

aandacht besteed aan de bouwkundige detaillering en architectonische vormgeving. In de bestekken is tenslotte voorgeschreven dat de aannemer de secundaire constructies moet uitwerken in overleg met en ter goedkeuring van de directie. Daartoe heeft hij de ontwerpberekening van de hoofdconstructeur ontvangen, zodat de principes duidelijk zijn. Een groot voordeel van deze werkwijze is dat bij de uitwerking alle kennis en kunde van onderaannemers en leveranciers ingezet kan worden om het door de architect gewenste detail te realiseren. Maar de belangrijkste reden is dat de maatvoering en tolerantie van deze onderdelen sterk afhankelijk zijn van fabricageprocessen en detailleringen van de leveranciers waarmee de aannemer werkt. Tevens zijn het in het algemeen onderdelen die nauwkeurig op elkaar moeten worden afgestemd ten behoeve van een perfecte afwerking. De uitvoering van de ontmoeting vloerrand-binnenpui maakt bijvoorbeeld duidelijk dat deze aanpak werkt.

Buitenhuid

Het gebouw heeft een dubbele thermische gevel: houten binnenpuien en een volledig glazen buitengevel. De afsteuning van de glazen vinnen van de buitengevel op de vloerranden was in het bestekstadium volledig uitgewerkt. Dit zeer gecompliceerde detail was in hoge mate prijsbepalend en vooraf moest duidelijk zijn of en hoe het maakbaar is. Omdat de stijfheid van de vloerrand een belangrijke invloed heeft op de in te bouwen toleranties, is een detail ontwikkeld dat in alle richtingen na-

stelbaar is, onafhankelijk van de staalplaatbetonvloer.

De glazen buitengevel is bevestigd aan glazen vinnen op 1,8 m uit elkaar. De vinnen zijn aan de bovenzijde met twee bouten ingeklemd tussen twee roestvast stalen strippen, die scharnierend zijn verbonden aan een in drie richtingen nastelbare stalen console aan de vloerrand. Door de scharnierende verbinding tussen strippen en console kunnen de verdiepinghoge glazen vinnen loodrecht op het gevelvlak bewegen. Aan de onderzijde wordt een vin gesteund tussen de strippen van de onderliggende vin. Hier is geen sprake van inklemming, maar uitsluitend van borging. De vin hangt zo als het ware vrij. Op het glas werken alleen trekkrachten en er hoeft geen rekening gehouden te worden met knik. Het glas van de buitenhuid is met stalen koppelingen bevestigd aan de glazen vin. Als extra zekerheid tegen het uitvallen van een glazen gevelpaneel, wanneer bijvoorbeeld een vin zou bezwijken, is de bovenste stalen koppeling met een veiligheidskabeltje bevestigd aan de strippen aan de bovenzijde van de vin. Bij de vides en cascades is er geen vloerrand, alleen een buitenhuid. Voor de ondersteuning van de vin is op het niveau van de afwezige vloer een stalen buis tussen de kolommen aangebracht. Deze buis is torsiestijf en de bevestiging laat verlenging en verkorting onder invloed van temperatuur toe. Aan deze buizen zijn om de 1,8 m consoles gelast waaraan de roestvast stalen strippen van de glazen vinnen op identieke wijze als bij de vloerrand zijn opgehangen.



foto: Herman H. van Doorn, Utrecht

Bron

Publicatie Hoofdkantoor ING Groep te Amsterdam, projecten-college 7P881, TUE 2000, opgesteld door ir. J.M.G. Hendrikcs en ing. M. de Boer, onder redactie van ir. Jan F.G. Janssen en Dries Staaks.