

Het dak van de Dealingroom van het kantoor van de ING-bank in Amsterdam hangt met vier tuien en een drukboog aan het hoofdgebouw. Deze constructie is in zijn geheel uitsluitend vanuit de kantoren zichtbaar. Vanaf de begane grond doen alleen vier slanke tuien vermoeden dat er iets bijzonders aan de hand is.

# Dealingroom ING-bank, Amsterdam

*Betonnen wand in kantoorgebouw dient als pyloon voor getuid dak*

ir. G.L.H.M. Henkens

Aronsohn raadgevende ingenieurs bv, Rotterdam

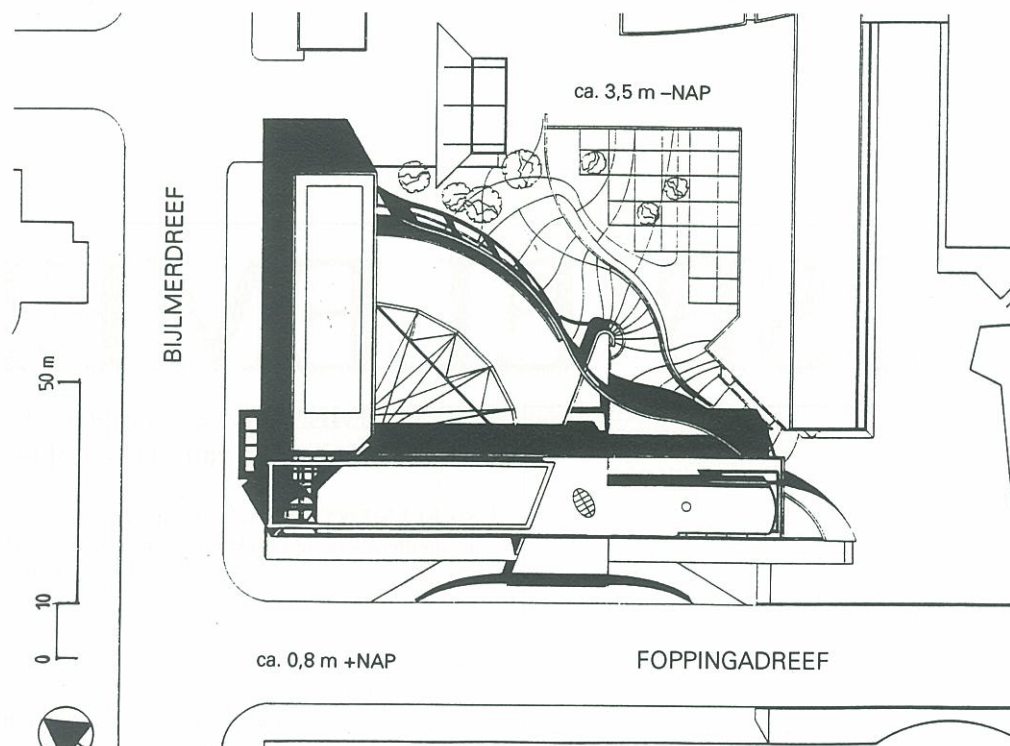
Op een locatie tegenover het voormalige hoofdkantoor van de NMB in Amsterdam heeft de ING-bank een nieuw kantoor laten bouwen. Het gebouw biedt onderdak aan afdelingen van de bank die zich speciaal bezighouden met het verhandelen van geld en aandelen. Om die reden kreeg het gebouw de naam Treasury (schatkist).

Het kantoor, ontworpen in de vorm van een L, bestaat uit twee parkeerlagen, twee vleugels van elk vijf kantoorlagen en de zogeheten Dealingroom, in de oksel van de beide vleugels. In deze ruimte vindt feitelijke aan- en verkoop van valuta plaats; dat gebeurt hoofdzakelijk per telefoon en via computernetwerken.

## Dealingroom

De Dealingroom is één grote kolomvrije ruimte in de vorm van een kwartcirkel met een straal van 40 m en een vrije hoogte van 5 m. De ontwerpers wensten geen zware dakconstructie die in één keer de ruimte overspant vanwege de grote benodigde constructiehoogte. Daardoor sloot het dak dan niet aan op de hoogte-indeling van de aanliggende kantoorvleugels.

Zowel de ligging in de oksel van het kantoor als de vereiste grote vrije overspanning vormden de aanleiding om het dak te hangen aan een 'pyloon' ter plaatse van de ontmoeting van de kantoorvleugels, in combinatie met ondersteuning in de gevel van de Dealingroom. Een dergelijke constructie bleek in werkelijkheid toch niet zo eenvoudig te zijn als



*Situatie. Het maaiveld ligt aan de kant van het kruispunt op 0,8 m +NAP. Op deze hoogte wordt het autoverkeer in de wijk afgewikkeld. Aan de achterzijde ligt het maaiveld op 3,5 m -NAP: het niveau van het voetgangersverkeer. Hier is een herkenbare entree ontworpen.*

de beschrijving doet voorkomen. Er is namelijk geen sprake van een normale tuiconstructie.

## Constructief ontwerp

### Wand als pyloon

De tuien oefenen op de kop van de pyloon zowel een verticale als een horizontale kracht uit. Voor de afdracht van de horizontale component moet er in feite achter de pyloon een verankeringsstui aanwezig zijn. Deze tui was niet aan te brengen, omdat die dan

midden door het kantoorgebouw zou lopen. Daarom is de pyloon uitgevoerd als een verticale betonnen wand, die tevens een deel van de stabiliteit van de kantoorvleugels verzorgt.

De wandvormige 'pyloon' wordt in het gedeelte tussen de top en het dak van de Dealingroom (niveau 2) belast door een lineair verlopend buigend moment. Onder het niveau van het dakvlak is het moment constant.

De betonnen wand is voorgespan-

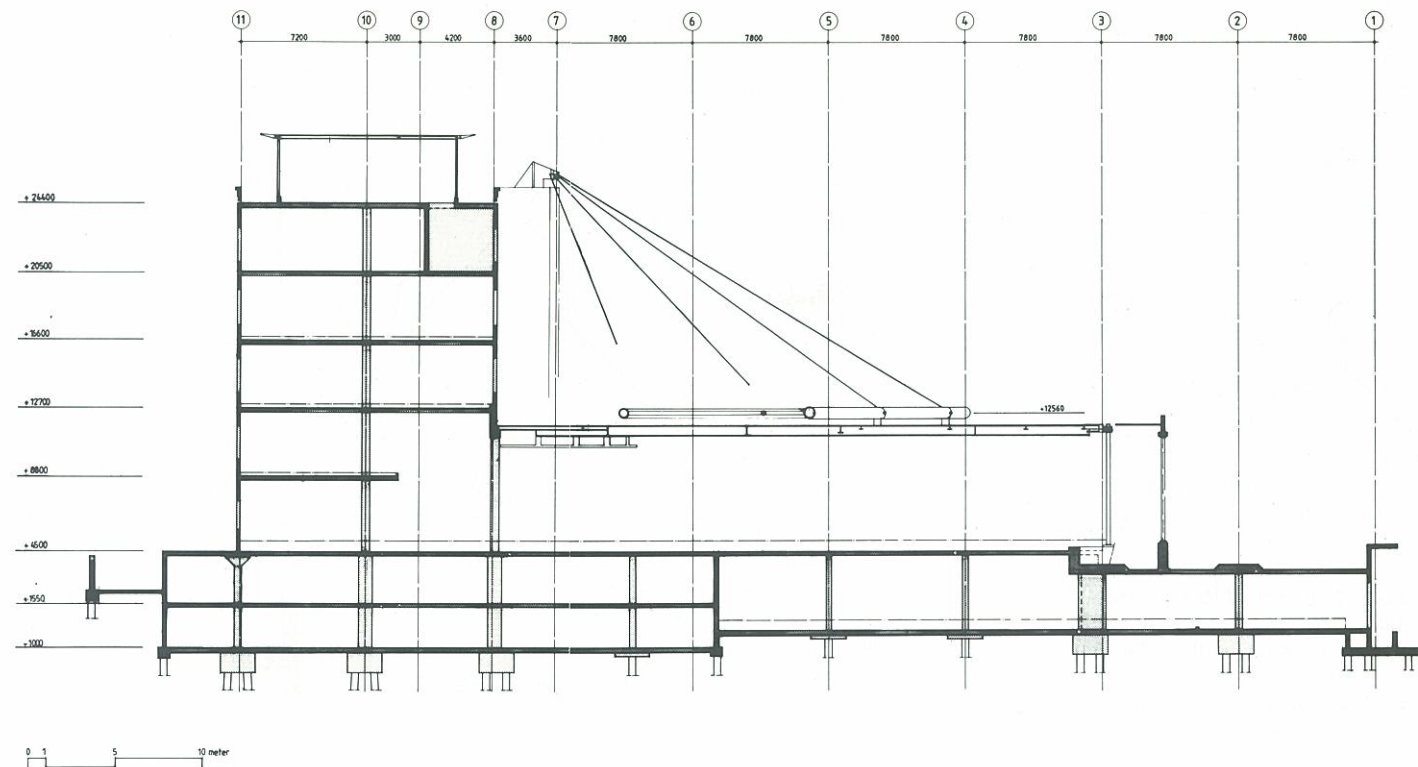
nen, waarbij de voorspanning feitelijk fungeert als verankeringsstui.

### Drukboog

Ter plaatse van het aangrijppingspunt aan het dak van de Dealingroom is de verticale component van de tuikracht gelijk aan het gewicht van het dak. De horizontale component wordt in het dakvlak opgenomen door een horizontale boogconstructie, die is uitgevoerd als vakwerk.

De boog is afgesteund tegen de

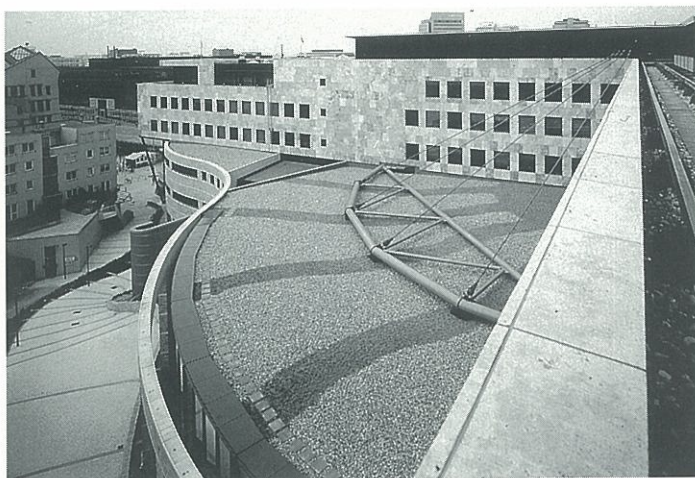




Dwarsdoorsnede. Het gebouw bestaat in hoofdzaak uit twee parkeerlagen met daarboven twee kantoorvleugels van elk vijf bouwlagen en de Dealingroom met de tui-constructie.

kantoorvloer van niveau 2. De dilataties in de betonconstructie van de kantoorvleugels bepaalden zowel de plaats van de oplegpunten als de straal van de boog. Tussen de oplegpunten en de betonnen 'pyloon' mogen namelijk geen dilataties voorkomen. Dat betekende een straal van 27 m.

Zonder een drukboog zouden alle verticale en horizontale krachten in één punt samenkomen, namelijk op het snijpunt van het dakvlak en de betonnen wand. Op dit punt was geen plaats voor een constructieve verbinding. Daarom is besloten de horizontale krachten zijdelings naar de beide kantoorvleugels af te voeren via een horizontale constructie net boven het dakvlak. Aan deze constructie hangen de balken van de dakconstructie zelf.

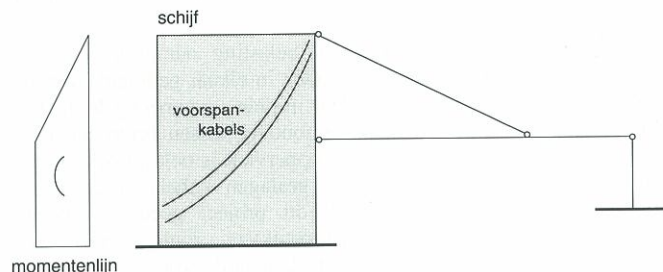


De Dealingroom is één grote kolomvrije ruimte in de vorm van een kwartcirkel. Zowel de ligging in de oksel van het kantoor als de vereiste grote vrije overspanning vormden de aanleiding om het dak te hangen aan de betonconstructie van de kantoorvleugels (foto: Jan Derwig, Amsterdam).

### Luchtbehandeling

In de hoek van de Dealingroom – namelijk de plaats waar de twee kantoorvleugels elkaar ontmoeten – komen alle dakbalken samen. De constructieve uitwerking van deze 'ontmoeting' was niet eenvoudig vanwege de beperkte ruimte en de wens van de installatie-adviseur om op deze plek ook de luchtbehandelingsinstallatie te concentreren.

De omvangrijke computerapparatuur in de Dealingroom vereist een vier- tot achtvoudige ventilatie. Een verticale schacht in een van de kantoorvleugels zorgt voor de aan- en afvoer van de lucht. Deze schacht ligt echter op enige afstand van de Dealingroom. Dit



De pyloon moet een groot buigend moment opnemen en krijgt daardoor de vorm van een wand. Deze wand is voorgespannen: de voorspannelementen volgen het verloop van de momenten.

leidt, samen met de vereiste grote capaciteit, tot een complex luchtbehandelingsstelsel.

### Doos

In de hoek hangt nu een stalen

doos in de vorm van een kwartcirkel met een straal van 8 m en een hoogte van 1,2 m en gedragen door een aparte vakwerkconstructie. Vanuit de schacht stroomt de lucht door een kanaal langs de

Dealingroom naar deze doos. Op de doos zijn vijf kanalen aangesloten die de lucht vervolgens verder voeren tussen de dakbalken. Vanuit deze kanalen wordt lucht van boven af in de ruimte geblazen.

De afzuiging vindt voor 60% plaats via de computervloer en voor 40% via de plafondruimte (plafondplenum) naar de betonschacht.

De stalen doos dient niet alleen als luchtverdeelkast, maar ook als oplegconstructie van de dakbalken. De dakbalken vinden daardoor niet meer hun oplegging in het middelpunt van de Dealingroom, maar op enige afstand daarvoor waar meer ruimte is.

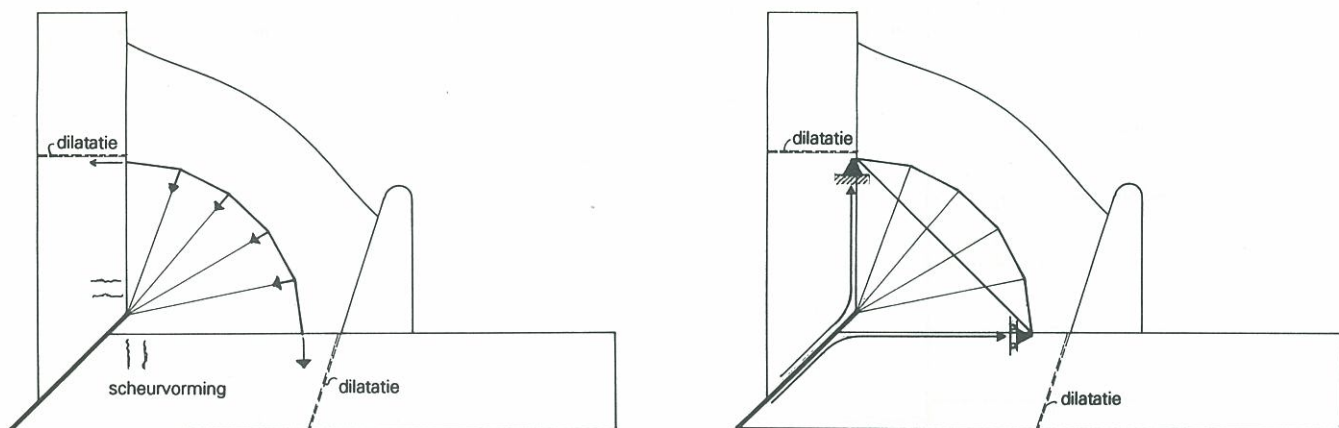
### Dakconstructie

De dakconstructie in de binnenste ring bestaat uit vier hoofdbalken, HE 700A, opgelegd op de plenumdoos en hangend aan de getuide drukboog. In de buitenste ring, tussen de boog en de gevel, lopen negen balken HE 450A; dit om een te grote afstand tussen de radiale gordingen te voorkomen en de gevelstijlen zo slank mogelijk te houden. Op gordingen liggen stalen dakplaten.

### Ontwerpaanpassingen

Het oorspronkelijke ontwerp is op een aantal punten gewijzigd, omdat bij uitwerking bleek dat het budget werd overschreden. Zo was oorspronkelijk een daktuin voorzien met een onderlaag van 80 mm beton. Deze tuin is nu vervallen en het laagje beton is ver-





Zonder een drukboog (links) zouden alle verticale en horizontale krachten in één punt samenkomen, namelijk op het snijpunt van het dakvlak en de betonnen wand. Op dit punt was geen plaats voor een constructieve verbinding. Daarom is besloten de horizontale krachten zijdelings naar de beide kantoorvleugels af te voeren via een boogconstructie net boven het dakvlak (rechts). Tussen de oplegpunten van de boog en de betonwand mogen geen dilatatie voorkomen.

vangen door een afdekking met grind.

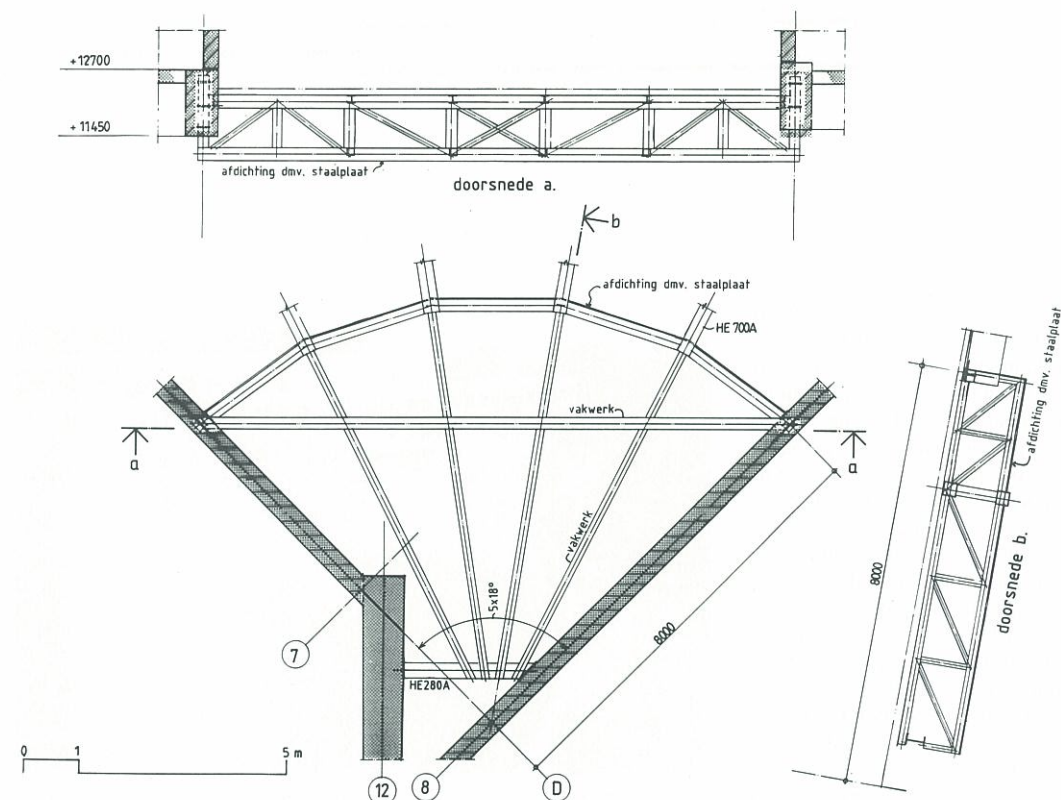
Ook was oorspronkelijk gedacht aan alleen een drukboog in de vorm van een buis met een trekstaaf. De trekstaaf was gedacht als een echt voorspannelement uit de betontechniek. Deze boog, inclusief trekband, bleek door het scheef aangrijpen van de tuien niet voldoende stijf te zijn. Dat komt, omdat de betonnen wand of 'pyloon' 3,6 m uit het middelpunt van de cirkel van de Dealingroom ligt. De boog was wel voldoende stijf voor een symmetrische belasting.

Door de asymmetrie moest de constructie aanzienlijke momenten overbrengen. Omdat de diameter van de buis beperkt was, betekende dat een wanddikte van 40 mm. Daar kwam bij dat bij het voorspannen van de tuien ook de trekstaaf bijgespannen zou moeten worden. Kortom: een zware constructie en een gecompliceerde wijze van spannen.

Doordat de daktuin kwam te vervallen, was het mogelijk de trekband te vervangen door een vakwerk, zonder dat dit esthetisch onaanvaardbaar werd. Deze wijziging bleek niet alleen te leiden tot een aanzienlijke kostenbesparing, maar ook tot een grote toename van de stijfheid en een verkleining van de wanddikte van de buis van 40 naar 14 mm. Ook het spannen van de trekstaaf was nu niet meer nodig.

## Tuinen

Bij de benodigde tuilenlengte van ongeveer 30 m zijn staven niet praktisch in verband met de hanterbaarheid, zodat de keuze voor kabels voor de hand ligt. Lange tijd is daarbij gedacht aan geslagen kabels, samengesteld uit ronde draden van hoogwaardig staal. Deze onderhoudsgevoelige kabels zijn eigenlijk meer bedoeld als 'lopende' kabels, waarbij flexibiliteit een grote rol speelt. Het on-



Oplegconstructie voor het plenum. In de hoek van de Dealingroom hangt een stalen doos gehangen in de vorm heeft van een kwartcirkel. Deze doos vormt tevens de oplegging voor de hoofdliggers van het dak. Om te vermijden dat alle krachten in een punt samenkomen, is een scheiding aangebracht in de afdracht van verticale en horizontale belastingen.

derhoudsaspect vormt dan minder een probleem, omdat deze kabels veel vaker worden geïnspecteerd op draadbreek.

## Stijfheid

Uiteindelijk is gekozen voor 'Vollverschlossene Spannseilen', vervaardigd uit hoogwaardig thermisch verzinkt staal met een treksterkte van 1.860 N/mm<sup>2</sup>. Deze kabels bestaan uit strengen met een Z-vormige doorsnede. Hierdoor heeft de buitenhuid een tamelijk gesloten oppervlak, hetgeen de duurzaamheid verhoogt. De stijfheid van de kabel is ongeveer 2 maal groter dan die van een geslagen kabel uit ronde draden. Bij ronde draden worden bij

een belasting namelijk eerst de draden in elkaar gedraaid, wat tot een initiële vervorming leidt. De verhouding tussen bruto- en netto-oppervlak is ook gunstiger dan bij geslagen kabels, hoewel dat bij dit project geen rol speelt. Hulpstukken zoals eindsokkels zijn standaard leverbaar. De kabels zijn niet op sterke gedimensioneerd. Bepalend waren de vervormingen van het dak. Om de vervorming van het dak door het eigen gewicht te voorkomen, zijn de tuien voorgespannen. Tijdens de bouw van het complete dak zijn de hoofdliggers ondersteund door vier kolommen ter plaatse van de bevestiging van de tuien. Na het aanbrengen van de

vier tuien is elke tui beurtelings zover aangespannen dat de gehele dakconstructie een van te voren bepaalde maat boven de stempels hing.

## Temperatuursinvloeden

Elke constructie die zich deels in de binnenlucht en deels in de buitenlucht bevindt, heeft te maken met temperatuurverschillen. Gerekend is met een temperatuurverschil van 60 °C.

Het dak hangt aan de vakwerkboog via een schuifverbinding, waardoor alleen de overdracht van verticale krachten kan plaatsvinden. Bovendien zijn de hoofdbalken statisch bepaald opgelegd. De profielen HE 700A in de bin-



