

De uitvoering van het Evoluon

door ir. J.M. Lazonder, directeur H.B.M. Nederland N.V.

Het oorspronkelijke plan, om begin 1964 met de bouw een aanvang te maken, kon helaas niet verwezenlijkt worden door het uitblijven van de Rijksgoedkeuring. Eerst in augustus van dat jaar was het mogelijk een begin te maken. Aangezien de datum van gereedkomen vaststond, betekende dit een verkorting van de bouw-tijd, waardoor een tijdnood ontstond welke zich gedurende de gehele bouw heeft doen gevoelen. Bovendien viel door dit uitstel de uitvoering van de bovenkoepel in de winter 1965/1966. Dit was het onderdeel waarvoor winterwerkmaatregelen het moeilijkst te nemen waren. De beslissing nu ook de bovenkoepel voor een groot deel samen te stellen uit geprefabriceerde onderdelen, heeft uitvoering in de winter echter toch mogelijk gemaakt.

Hieronder zal de uitvoering van het Evoluon behandeld worden in de volgorde van de bouw. Voor wat betreft de kelder zullen ook enige opmerkingen over de constructie gemaakt worden, daar deze ook door de uitvoeringsgroep verzorgd werd.

Fundering en kelder.

De kelder is twaalfhoekig in plattegrond, en heeft een omschreven cirkel van ongeveer 35 m diameter. De belasting van de twaalf V-vormige kolommen, ieder groot ongeveer 1100 ton grijpen op de hoekpunten ^{aan} Vandaar dat de keldervloer aan de rand voorzien is van een zware funderingsstrook.

Om de zetting van het middengedeelte van de kelder gelijke tred te laten houden is ook in het midden een funderingspoer geprojecteerd, welke door twaalf ^{met die van de buitenrand} radiaal lopende balken met de buitenrand verbonden is.

De hoogst mogelijke grondwaterstand is aangenomen op 1 m - maaiveld, of 17.80 m + N.A.P. Normaal is de grondwaterstand 11 tot 14 m + N.A.P. De wisseling in de grondwaterstand veroorzaakt een grote variatie in het momentenverloop in de radiaal lopende balken.

Om de sterk wisselende inklemmingsmomenten bij de buitenrand op te kunnen nemen, is boven deze rand een torsiekoker ontworpen. Bij de kolommen is de buitenwand van de kelder versterkt door zware consoles.

De sondering (figuur 1) gaf een voldoende dikke draagkrachtige laag aan op ongeveer 10.30 + N.A.P.; de onderkant funderingsplaat reikt tot 11.30 m + N.A.P. Besloten werd om het gebouw op staal te funderen, waarbij de laag onder de funderingsplaten tussen 10.30 en 11.30 + N.A.P. werd vervangen door een grondverbetering.

De berekende druk onder de buitenplaat is 2.3 kg/cm², die onder de middenpoer 3.7 kg/cm². De verwachte zetting onder de buitenplaat is 4.8 cm, die onder de middenpoer 3.1 cm. Onder de overige vloergedeelten is turfmalen verwerkt om te voorkomen dat deze vloergedeelten zullen gaan dragen; de zijanten van de balken zijn met tempexplaten bekist.

De kelder is gebouwd in een open ontgraving. De bouwput werd drooggehouden met een bronbemaling bestaande uit een achttal diepwellpompen.

Voordat met de constructie van de kelder werd begonnen, moest eerst nog een stalen buis \varnothing 100 cm in een geboord gat geplaatst worden. Deze buis dient om een gat te formeren voor de plaatsing van de buitenbuis van de plunjerkift. Deze tweede buis, welke een diameter heeft van 70 cm, is door middel van een bitumencoating beschermd tegen corrosie. De ruimte tussen beide buizen is gevuld met gestabiliseerd zand. In deze tweede buis is de eigenlijke plunjerbuis voor de lift - diameter 35 cm - nauwkeurig afgesteld.

Het tijdschema gaf aan, dat het dek van de kelder gestort moest zijn vóór Kerstmis 1964. Dit is op de dag af gelukt, waardoor het mogelijk was de feestdagen te benutten voor de verharding. De vloer was afgedekt met zeilen, waaronder stoom werd geblazen.

Kolommen.

Voor de twaalf kolommen is gebruik gemaakt van één enkele stalen bekisting. Het maken van de kolommen viel in de maanden januari en februari 1965. Het was daarom noodzakelijk verwarmde specie te gebruiken, en de kolom na het storten te omgeven met een tent, waarin weer stoom werd geblazen. Op deze wijze was het bovendien mogelijk een redelijk tempo te waarborgen.

Een gelukkige omstandigheid was, dat volstaan kon worden met alleen een bovenscharnier. Was ook een onderscharnier nodig geweest, dan zou dit meegebracht hebben dat de kolommen na het storten tegen omvallen moesten worden beveiligd. Nu was dit overbodig geworden.

Iedere poot van de kolom heeft een verticale belasting te dragen van 550 ton, een radiale horizontaalkracht van 50 ton en een tangentiële kracht van 140 ton. De scharnieren, geleverd door De Vries Robbé & Co N.V. zijn zo uitgevoerd, dat deze horizontaalkrachten door middel van deuvels kunnen worden opgenomen. Zij zijn op de koppen van de kolom geplaatst in een bed van Embecco-mortel. In verband met de horizontaalkrachten zijn de onderzijden hellend gemaakt, en voorzien van lasrupsen, om de aanhechting aan de mortel te vergroten.

Voor de kolommen is gebruik gemaakt van een torenkraan met lastmoment van 45tm en een giek van 33 m, lopend op een spoor rondom het bouwwerk. Later is hier een tweede kraan bijgeplaatst. De kranen reikten niet tot de as van het gebouw. Voor kolommen en onderschotel bestond hiervoor geen behoefte, daar de kolommen op de rand van de kelder staan, en de onderschotel in het midden een vide vertoont.

De bovenkoepel kon dus niet geheel met deze kranen bediend worden. Het aantal tonnen materiaal, wat in het gebied buiten het bereik van de kranen moest worden aangebracht was echter zo gering, dat het geen bezwaar was hiervoor hoofdzakelijk handkracht te gebruiken.

Ondersteuning, montage en storten onderschotel.

Tegelijkertijd met het vervaardigen van de kolommen werd een begin gemaakt met de ondersteuning van de onderschotel. Deze bestond uit een viertal ringen van ondersteuningstorens (zie fig. 3), en wel, van binnen naar buiten gerekend een ring bestaande uit 24 torens gemaakt uit houten palen met een draagvermogen van 35 ton per toren, een dergelijke ring van 24 torens van 60 ton (in deze ring dragen ook de kolommen mee) een ring van 30 torens samengesteld uit profielstaal, van 135 ton, en een ring van 48 torens van Hünebecktorens van ieder 75 ton draagvermogen. De binnenste twee ringen rusten op de kelder. De belasting werd gespreid door stalen onderslagbalken, welke gedeeltelijk uitkragden buiten de kelder. De buitenste twee ringen rusten op funderingen van beton. Figuur 4 geeft een goed overzicht van de ondersteuning. De uitkragende balken van het eerste niveau en de daarop rustende vloerplaten zijn op het werk geprefabriceerd. De elementen welke de onderzijde van de schotel vormen komen van de fabriek in Kampen van de N.V. Schokbeton. Zij vormen drie ringen, elk bestaande uit 96 elementen. De gewichten van de elementen zijn, van binnen naar buiten gerekend, 1½, 15 en 10 ton.

zijn met mobiele kranen ~~gemaakt~~ (figuur 5). De ^{Alle elementen van} ~~aanvoer~~ ^{fabricage, de} ~~en het stellen~~ van de zware elementen zijn onderwerp geweest van zorgvuldige planning. De montage heeft een vlot verloop gehad.

Voor de voorspanning in de buitenste twee ringbalken en in de ringbalk van de bovenkoepel is aan een drietal firma's gevraagd suggesties te doen. Daarbij kwam Ibis N.V. met een oplossing in 100 tons Freyssinet-kabels met de aantrekkelijkste aanbieding uit de bus. De kabels bestaan uit 12 stuks $\frac{1}{2}$ " strengen ieder van 7 draden \varnothing 4 mm, kwaliteit QP 190. De detaillering is verzorgd door Ibis N.V., terwijl deze tevens hulp verleende bij de spanwerkzaamheden. De detaillering was niet eenvoudig, wat moge blijken uit figuur 6. De vloer van niveau twee moest, met uitzondering van de krimpstroken, volgens het werkschema voor de bouwvakvacantie 1965 afgestort zijn. Ook dit is juist gelukt. Na de bouwvakvacantie was de vloer verhard, zodat ~~de~~ de bouw weer doorgang kon vinden.

Bovenkoepel.

De ondersteuning van de bovenkoepel (figuur 7) heeft veel studie vereist. Er moest niet alleen op sterkte gelet worden, doch tevens op de elastische verkorting van de verticale elementen tengevolge van de belasting.

De keuze is gevallen op een middentoren bestaande uit 12 stalen Peiner-masten, stalen steiger op de diverse niveaus, terwijl de ruimte tussen middentoren en het stalen steiger werd overbrugd met 60 Hicoliggers met verspanning.

Dit aantal is zo groot gekozen om de doorbuiging te beperken. Op deze ondersteuningsconstructie is een houten vloer gemaakt, waarop voor ieder dakelement drie stalen bekistingsstempels werden geplaatst. Deze waren voorzien van een speciale kop, waaraan een draaibare houten klos was bevestigd. Hierdoor was het mogelijk de oplegvlakken voor ieder element aan te passen aan de helling waaronder dit element geplaatst moest worden. De plaats van iedere stempel en de juiste hoogte van de kop zijn van te voren nauwkeurig bepaald. Voor het uitzoeken hiervan moest de computer ingeschakeld worden.

Bij het ontwerp van de ondersteuningsconstructie is ernaar gestreefd het aantal contactvlakken tussen hout en staal zo klein mogelijk te houden, zulks om vormveranderingen door werken van het hout zoveel mogelijk te beperken.

De dakelementen zijn vervaardigd door de N.V. Abex te Hoogkerk.

De vormgeving is zodanig, dat hiermede wel de grens van de fabricagemogelijkheden is bereikt. Het is de betonfabriek echter gelukt de gehele serie van 822 stuks op tijd en zonder gebreken af te leveren, ~~waardoor de bouw van het koepeldak~~

De elementen en het beton van de ertussen gelegen voegen brengen over het grootste gedeelte ^{van het dakvlak} alleen druk over. De benedenste elementen liggen echter nog in het gebied van de randstoringsen, daar moet de constructie dus bovendien nog de storingsmomenten kunnen opnemen. Om de wapening in de voeg te bepalen, is bij T.N.O. nog een aantal proeven met elementen op ware grootte met de voegconstructie uitgevoerd (figuur 8).

De montage van de elementen geschiedde met de torenkranen (figuur 9). Het gewicht van een element is 1200 kg. Om de elementen van het middendeel te kunnen plaatsen, is gebruik gemaakt van een stalen balk, aan de ene zijde opgelegd boven de middentoren, en aan de andere zijde in de kraan hangend. Het element werd met een loopkatje op zijn plaats gebracht.

Bij het stellen is een zeer grote nauwkeurigheid vereist, omdat een kleine afwijking van de bolvorm doorslag kan inleiden. De tolerantie was $1\frac{1}{2}$ cm op een diameter van 5 m. Na het plaatsen van de elementen, waarbij de ondersteuningsconstructie haar grootste vormverandering reeds had verkregen, is het gehele dak weer opnieuw fijngesteld, een tijdrovend en pietepouterig werk, wat veel zelfbeheersing van de uitvoerenden en toezichhouders vereiste. Hierbij werd gebruik gemaakt van twee in de juiste vorm afgewerkte ^{aluminium} mallen voor het storten van de voegen was het dak in sectoren verdeeld. Door deze onderverdeling in betrekkelijk kleine oppervlakken, waarvoor ook kleine hoeveelheden beton tegelijk behoeften te worden verwerkt, was het mogelijk deze werkzaamheden ook zonder teveel risico's in de winter uit te voeren. Hiervoor is C-cement gebruikt, terwijl de gestorte gedeelten werden afgedekt en gestoomd. Op 8 maart '66 werd het laatste beton van de koepel door ir. Philips eigenhandig aangebracht.

Zodra een gedeelte van het dak gereed gekomen was, is een begin gemaakt met de afwerking van het dakvlak. Figuur 10 geeft een goed overzicht van deze werkzaamheden.

Vermeldenswaard is nog de montage van de plastic lichtkoepel. Ook hier was het niet mogelijk de koepel met de torenkraan op haar plaats te brengen. Op het dak is een glijbaan van hout gemaakt, waar de koepel door de kraan op gezet werd. Daarna werd de plastic koepel over de baan naar haar plaats gebracht. Op dit tijdstip was de bovenkoepel reeds gespannen, zodat de belasting van glijbaan en lichtkoepel niet meer door de ondersteuning werd afgevoerd. De belasting kwam ongeveer overeen met eenzijdige sneeuwbelasting, zodat geen overbelasting optrad.

Het ontcenteren van bovenkoepel en onderschaal moest zeer zorgvuldig geschieden, om het optreden van ongewenste belastingstoestanden te vermijden. Tijdens het ontcenteren zijn de zakkingen zorgvuldig gecontroleerd, waarbij veel steun werd ondervonden van de Philips meetdienst, in samenwerking met T.N.O.

Na het ontcenteren werden binnen- en buitenondersteuning afgebroken. De afvoer van de ongeveer 1000 ton hulpmaterialen was een probleem op zichzelf. Zodra in de koepel voldoende ruimte was, begon De Vries Robbé met de montage van de stalen bordessen van niveau 4, terwijl ook het plaatsen van de plastic raampartijen ter hand werd genomen. De stand van het werk is nu zover, dat met de binnenafwerking een begin is gemaakt.

De uitvoering van de bovenkoepel is zeer bemoeilijkt door de winter 1965/66. Het laatste gedeelte van de onderschaal viel in november 1965, waardoor reeds ernstige vertraging optrad. Voor die maand waren nog geen winterwerkmaatregelen voorzien. Na de eerste vorstperiode trad veel storm op, waardoor de kranen niet gebruikt konden worden. Door dit alles verschoof de uitvoering van de bovenkoepel naar de eerste maanden van 1966. Er werd nu besloten om de buitenrand van het gebouw een afscherming van hout en hardboard aan te brengen. Aan afschermen van de gehele bovenkoepel viel echter niet te denken. Het fijnstellen van de elementen viel juist in een periode van slecht winterweer, waardoor ook dit onderdeel verdere vertraging opleverde. Alleen de begaanbaarheid van het dak leverde reeds moeilijkheden op. Door veel overwerk op het "kritieke pad" en door het meevallen van de benodigde tijd van een aantal volgende werkzaamheden, is het echter gelukt een achterstand weer in te lopen. In de winterperiode is veel gevergd van het doorzettingsvermogen van arbeiders en van het team dat op het werk de leiding in handen heeft.

Restaurant.

Het restaurant (fig. 11), grotendeels een conventioneel gebouw. Het dak echter wordt voor een deel gevormd door een zevental hypparschalen van 10×20 m grondvlak rustende op één kolom

Figuur 12 geeft een afbeelding van dit model. De vorm van de kolomkop verdient in het bijzonder de aandacht.

De uitvoering heeft geen moeilijkheden opgeleverd.

Technische Mast.

Van deze hoge mast geeft figuur 12 de hoofdafmetingen. Het ligt in de bedoeling de mast te vervaardigen met behulp van een stalen glijbekisting. Op dit ogenblik is alleen de fundering gereed.

Carillontoren

Buiten het terrein van het Evoluon wordt een carillontoren gebouwd naar ontwerp van ir. L.A. de Haas van het Architecten- en Ingenieursbureau van de N.V.Philips (figuur 13). Het is gedeeltelijk in beton en gedeeltelijk in staalconstructie uitgevoerd. De toren en het carillon zijn een geschenk van het personeel van Philips aan hun bedrijf. De toren is vrijwel gereed.

Slotwoord

Een gebouw als het Evoluon is alleen tot stand te brengen in een diepgaand samenspel tussen alle bij ontwerp en uitvoering betrokkenen, ~~en dat is niet mogelijk als men niet samenwerkt met de architect, de constructeur, de aannemer, de leverancier van materialen en de overige betrokkenen.~~ De band tussen de N.V.Philips' Gloeilampenfabrieken en onze maatschappij bestaat reeds meer dan 60 jaar, zodat deze beide partijen wisten dat ze op elkaar konden rekenen, toen voor dit werk het bouwteam tot stand kwam. Er waren echter twee instanties buiten dit team, van welke medewerking wij afhankelijk waren. De ene is T.N.O., afdeling bouwmaterialen en bouwconstructies, zonder wiens hulp dit resultaat niet bereikt had kunnen worden. De tweede is het Bouw- en Woningtoezicht te Eindhoven, waar wij steeds bijzonder veel begrip hebben ontmoet voor de moeilijkheden welke een dergelijk werk meebrengt. Aan alle hierboven genoemden zeg ik hartelijk dank.