

Meters maken

ir. G.L.H.M. Henkens en ir. P. Lagendijk

George Henkens en Paul Lagendijk zijn respectievelijk directeur van en constructief ontwerper bij Aronsohn Constructies raadgevende ingenieurs in Rotterdam.

Het idee om op een oud kraanspoor een transparant volume van glas te zetten, was constructief een bijzondere uitdaging. Een belangrijk ontwerppunt was het realiseren van zoveel mogelijk bruikbare vierkante meters. De bestaande betonconstructie mocht daarbij niet worden aangepast. In het constructief ontwerp stond daarom het beperken van het nieuwe eigen-gewicht centraal.

Wat is er nu zo bijzonder aan de constructie van het Kraanspoor? Constructief gezien zat de grote uitdaging niet in de nieuwe staalconstructie. Het complexe gedeelte van de ontwerppoging lag in het maximaal benutten van de bestaande constructie voor zoveel mogelijk verhuurbare vierkante meters. Extra complicatie daarbij was dat de bestaande betonconstructie zoveel mogelijk intact moest blijven. Het aanpassen van de constructieve afmetingen en de wapening tijdens het ontwerpproces is in nieuwbouw eenvoudig, maar bij een bestaande constructie op veel plaatsen onmogelijk. Zelfs wanneer alle gedetailleerde constructieve gegevens beschikbaar zijn, kun je nog op vele onvoorziene situaties stuiten. Bij dit soort projecten zou je eigenlijk bij elke ontwerpbeslissing detailberekeningen moeten maken en toetsen

of de constructie deze krachten aankan. Om economische redenen gebeurt dat niet. Ook hier niet.

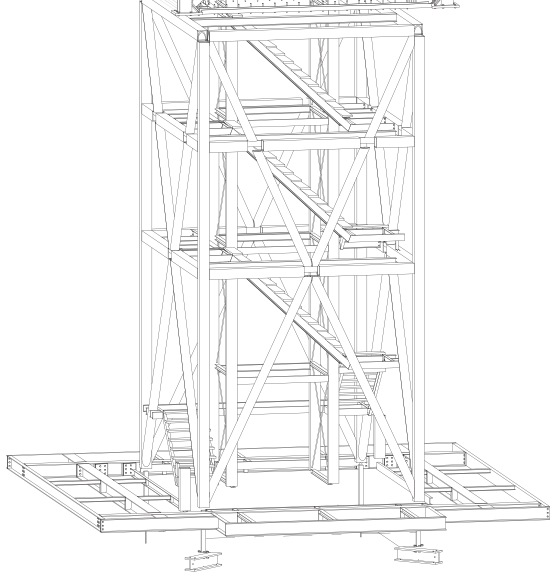
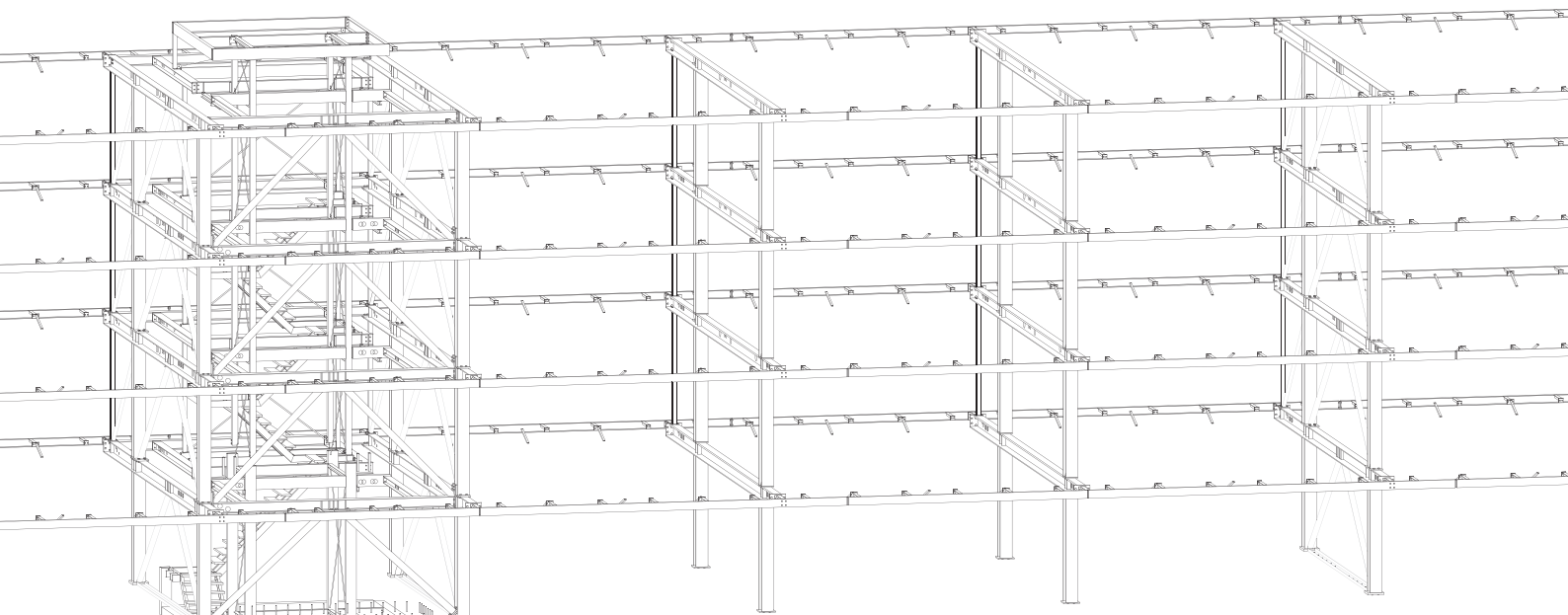
Inspectie betonconstructie

Bij de betoninspectie kwamen de volgende punten naar voren.

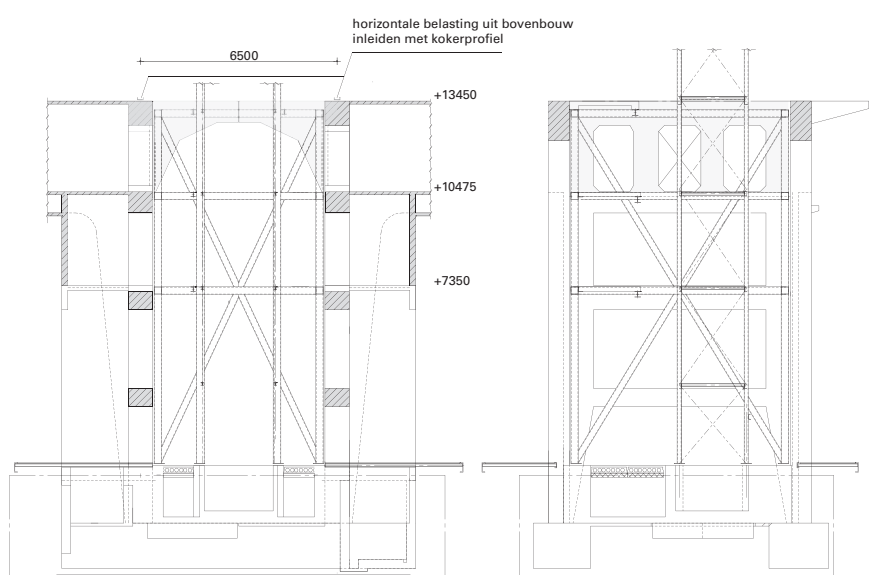
- a. Ondanks het streven om de bestaande constructie ongemoeid te laten, bleken er toch een aantal wijzigingen nodig. Deze aanpassingen zijn welbewust geaccepteerd, want met een blokkade bij het eerste kritische onderdeel, zou geen Kraanspoor zijn gebouwd. De aanpassingen bestonden in hoofdzaak uit de versterking van de bestaande funderingspoeren: het nieuwe belastingniveau van de palen was aanzienlijk hoger dan in het oorspronkelijke ontwerp, daarom waren versterkingen noodzakelijk.
- b. Aanbrengen van extra onderwapening bij de hoofdliggers, behalve ASR-schade (alkali silica reactie), waardoor in grote delen van de betonconstructie de treksterkte (en daarmee het dwarskrachtdraagvermogen) was afgenomen, waren aan de onderzijde van de hoofdbalken lokaal de buitenste staven van de onderwapening ernstig aangetast.
- c. Lokaal versterken van zeven van de vijftien dwarsportalen; door het toevoegen van de extra bouwmasa werden de horizontale belastingen op de betonconstructie groter. Bij de dilataties in de oudbouw zijn in het

De kranen hadden vroeger hogere lasten aan de waterzijde. Daarom kon het Kraanspoor een groot overstek over het water krijgen.



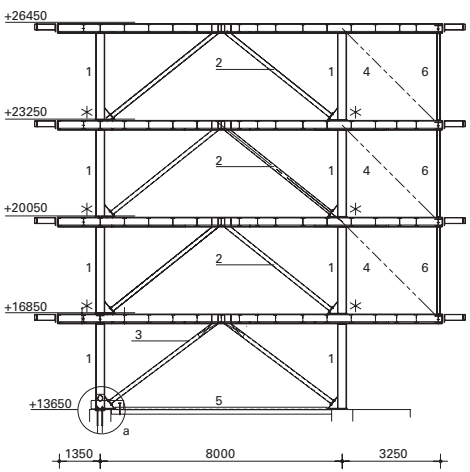


- 1 HEB 300
- 2 139,7x8
- 3 139,7x12,5
- 4 M30 (Willemsanker)
- 5 UNP 200 gelast aan voetplaat aan beton met M20 lijmmankers
- 6 100x100x5,5

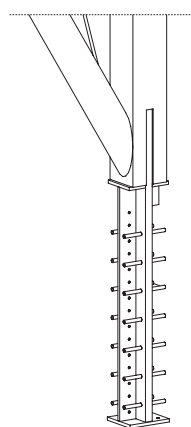


Langdoorsnede over lift- en trappenhuis.

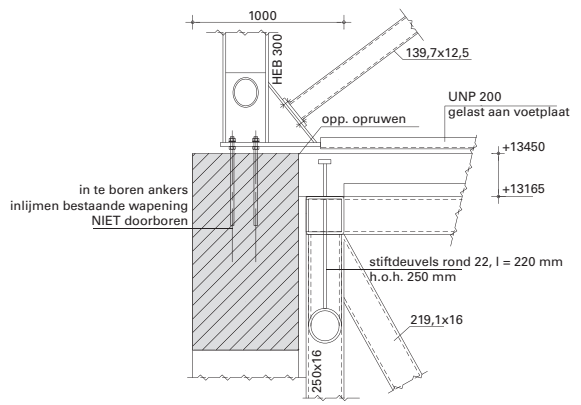
Dwarsdoorsnede over lift- en trappenhuis.



Doorsnede over stabiliteitsspan.

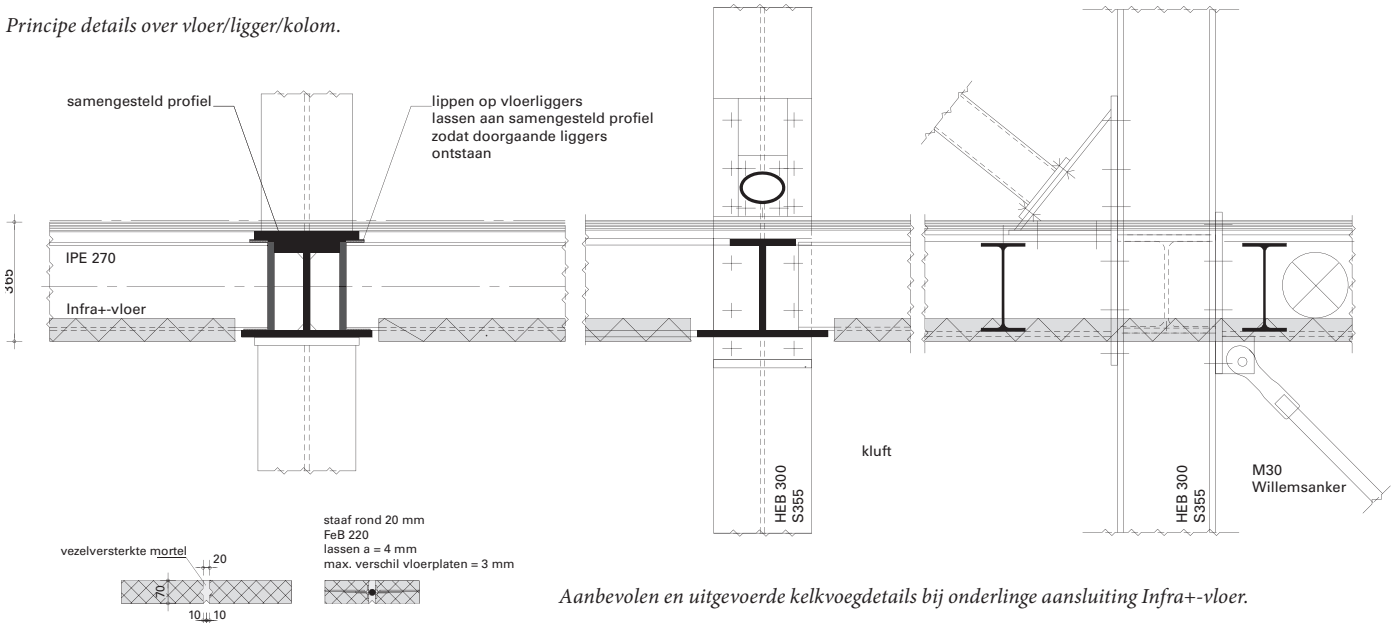


Verankeringvoet van de liftschaft.



Detail a.

Principe details over vloer/ligger/kolom.



Aanbevolen en uitgevoerde kelkvoegdetails bij onderlinge aansluiting Infra+-vloer.

nieuwe ontwerp stalen stabiliteitsvoorzieningen toegevoegd, die deze horizontale belastingen opnemen. Alle andere portalen (de portalen op de uiteinden en het tussenportaal van ieder deel) werden wel extra belast en zijn daarom versterkt. Met name omdat bij de controle van de bestaande betonconstructie rekenmethodes zijn gebruikt die afwijken van de huidige, dagelijkse ontwerppraktijk is gekozen voor vooroverleg in de besteksfase met Bouwen Woningtoezicht. Daardoor is er tijd om eventuele verschillen van inzicht inhoudelijk te bespreken zonder de directe druk van werk in uitvoering, waarmee eventuele aanvullende eisen in de besteksdocumenten kunnen worden verwerkt.

Asymmetrische belasting

In de bestaande constructie is er een wezenlijk onderscheid tussen de constructie aan de waterzijde en de landzijde. De zichtbare elementen zijn even zwaar uitgevoerd, maar in de hoofdbalken aan de waterzijde is aanzienlijk meer wapening toegepast. Ook staan er onder de poeren aan de waterzijde meer palen. Dit verschil is te verklaren uit het oorspronkelijk gebruik. De kranen moesten bij het hijsen aan de waterzijde verder reiken met hun last dan aan de landzijde. Dit kenmerk van de betonconstructie is terug te vinden in het ontwerp van de nieuwbouw¹.

Nieuwe staalconstructie

In het ontwerp van de nieuwe constructie stond vanaf begin een licht gewicht voorop. Immers, uitsluitend dan kan een groot nuttig oppervlak worden gebouwd. Bovendien mocht het bouwvolume niet te groot worden, om de horizontale belastingen te minimaliseren. Het beperken van de verdiepinghoogte was noodzakelijk. Deze voorwaarden leidden tot de keuze voor een staalskelet met een Infra+-vloer. De vloerelementen zijn 2,4 m breed en worden ondersteund door de stalen spanten met een hart-op-hart afstand van 7,67 m. De stramienmaat van de staalconstructie komt voort uit de positie van de koppeling tussen de betonnen hoofdliggers van het Kraanspoor. De hart-op-hart afstand daarvan is 3,83 m. De spantafstand is dus een veelvoud hiervan. In principe zijn er in het gebouw twee verschillende spanten toegepast: standaardspanten en stabiliteitsspanten. Als kolommen zijn HEA-profielen toegepast. De stabiliteit van de opbouw op het Kraanspoor wordt ontleend aan Kverbanden boven de betonnen dwarsportalen. Om een vlakke onderzijde te kunnen realiseren zijn de spanten geïntegreerd in de dikte van het vloerpakket.

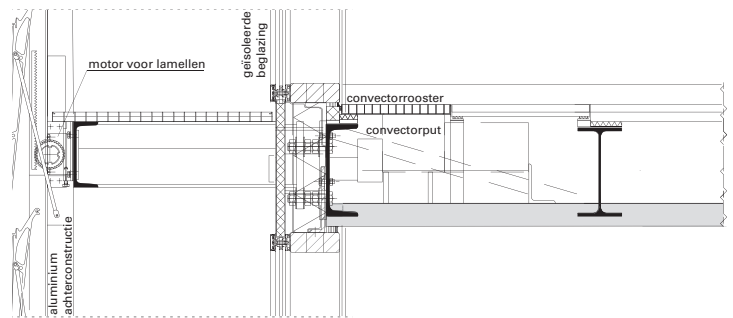
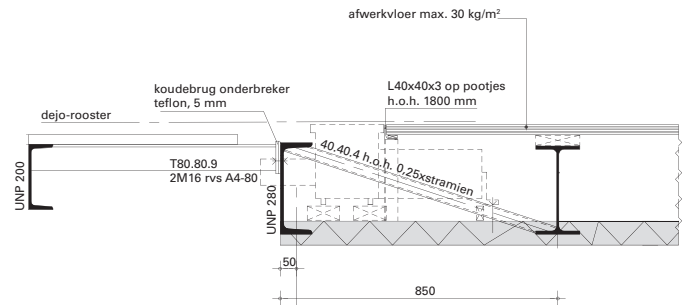
Opbouw vloeren

De vloer is opgebouwd uit IPE 270-liggers h.o.h. 800 mm met een betonnen schil van

70 mm dik aan de onderzijde. Op de bovenflens is de vloer aangebracht, meestal een lage staalplaat-betonvloer. Om gewicht te besparen, is hier gekozen voor een houten topvloer. De verdiepinghoogte is 3,2 m met een netto maat van 2,84 m. De vloer is ontworpen op een relatief lage veranderlijke belasting van 250 kg/m² en 50 kg/m² voor lichte separatie wanden. Om toekomstige huurders voldoende archiefmogelijkheden te bieden, zijn in de zone tussen de 3,7 m hoge kraanbaanliggers depotachtige ruimten geconstrueerd. Bij de oplegging van de stalen vloerbalken op de moerbalken zijn met lasplaten aan de bovenflensen doorgaande liggers gecreëerd. Op deze manier is de stijfheid van de vloer aanzienlijk vergroot en daarmee het risico van trillingen gereduceerd. De vloer moet een schijf vormen met een 'overspanning' van $3 \times 7,67 = 23$ m. Om deze reden is bestekmatig een kelkvoegprofiel voorgeschreven, zoals gebruikelijk bij TT-platen. De leverancier koos uiteindelijk voor laskoppelingen in de naad van de betonschillen. Omdat bouwdeelactivering (ook bekend als betonkernactivering) is toegepast, moeten de betonelementen in het zicht blijven, en moeten de naden tussen de elementen bijzonder goed worden gedetailleerd en uitgevoerd. Deze naden moeten ook strak blijven als ze jarenlang belastingwisselingen spreiden over meerdere platen.



Boven: constructief detail over overstek waterzijde.
Onder: bouwkundig detail over overstek waterzijde.



Klimaatgevel

Omdat de betonconstructie was berekend op een asymmetrisch belasting, is ook het staalskelet asymmetrisch ontworpen om maximaal gebruik te kunnen maken van het beschikbare draagvermogen. Aan de waterzijde kragen de dwarsliggers 3,25 m uit, aan landzijde slechts 1,35 m. In de grote overstekken aan de waterzijde zijn verticale koppelprofielen in de gevel tussen diverse vloerniveaus geïntroduceerd. Hierdoor is de stijfheid van het overstek aanzienlijk verbeterd. Aan deze uitkragingen zijn ook nog de dubbele huidconstructies gemonteerd die de uitkraging met 800 mm per kant vergroten. De buitenwerkse maat is hierdoor 14,20 m. De afstand tussen de binnengevels is 12,60 m. De thermische schil van het gebouw ligt op de vloerand. Daarvoor bevinden zich een loopzone van 600 mm diep en de buitenschil. Deze buitenschil bestaat uit (individueel) beweegbare glazen lamellen. De consoles die de roostervloer van de loopbrug en de lamellengevel ondersteunen zijn met roestvast stalen bouten verbonden aan de binnen gelegen hoofdconstructie. Primaire reden voor roestvast stalen bouten is niet de duurzaamheid, maar de thermische geleiding: die is voor roestvast staal drie maal lager dan voor koolstofstaal.

Brandwerendheid

Voor de nieuwbouw is een brandwerendheidseis van 90 minuten gehanteerd voor de hoofdconstructie en bereikt met een brandwerende coating. De Infra+-vloer is in opdracht van de leverancier door TNO getest op brandbelasting aan de onderzijde van de vloer. Deze manier van beproeven is in het Bouwbesluit omschreven en de vloer blijkt royaal aan deze eis te voldoen. De letterlijke tekst van het Bouwbesluit ontslaat ontwerpers niet van de verantwoordelijkheid na te denken over mogelijke risico's van het ontwerp. Zeker omdat de toegepaste afwerking aan de bovenzijde bestaat uit 30 mm multiplex is door de bouw fysisch adviseur een beschouwing uitgevoerd over het risico bij blootstelling aan brand van de bovenzijde van de vloer. Het Fire Safety Model Ozone laat zien dat de gemiddelde temperatuur in het gebouw niet hoger wordt dan 450° C. Het glas in de gevel bezwijkt bij brand al na enkele minuten en daardoor loopt de temperatuur veel minder hoog op dan verwacht bij de standaardbrandkromme. Hierdoor neemt de doorbrandtijd van de houten vloer aanzienlijk toe en daardoor zullen de staalprofielen in de vloer niet heter worden dan de temperatuur in de ruimte, waardoor geen reëel gevaar voor bezwijken van de vloer aanwezig is. Daar waar de vloer de scheiding vormt tussen brandcomparti-

menten zijn de naden tussen vloerplaten onderling brandwerend afgedicht (brandwerende kit of voegvulling op cementbasis).

Flexibiliteit in het bestek

De detaillering van de verbindingen in de staalconstructie is bestekmatig niet volledig uitgewerkt om de aannemer samen met de staalbouwer de gelegenheid te geven hierin nog te optimaliseren. Om de aannemer wel voldoende inzicht te geven in de grootte van de krachten in verbindingen is de hoofdberekening gevoegd bij het bestek. Hiermee werd de eeuwige discussie over de zwaarte van lassen en voet- en kopplaten ook vermeden. Op een aantal punten heeft dat geleid tot wijzigingen:

- de stalen stabiliteitsconstructies tussen het bestaande kraanspoor in, werden volledig geprefabriceerd, over het water aangevoerd en als één element geplaatst;
- de kolommen en liggers werden geprefabriceerd tot verdiepinghoge portalen. •

1. Bij de zoektocht naar mogelijkheden om het maximale uit de bestaande constructie te halen is dankbaar gebruik gemaakt van de medewerking van prof. dr.ir. J.C. Walraven en dr.ir. C. van der Veen van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft.