

STADSKANTOOR UTRECHT (1): CONSTRUCTIEF ONTWERP

ing. H.J. Hoorn RC

Harm Hoorn is raadgevend Ingenieur bij Zonneveld
Ingenieurs in Rotterdam.

Krachtig gebaar en sterk

Architectuur

Het nieuwe stadskantoor van Utrecht ligt op een bijzondere, maar zeer complexe locatie: half boven de nieuwe openbaar vervoersterminal en het drukste treinstation van Nederland. In de noordelijke poot bevinden zich publieke functies. Daarboven bevinden zich rechthoekige vloervelden (niveau 6 tot en met 11) die de daarboven gelegen twee kantooortorens verbinden.

De noordelijke kernen zijn van beton. De overige constructie bestaat uit staal met kanaalplaatvloeren. Alleen met deze lichte staalconstructie was het mogelijk om de Zuidtoren boven het nieuwe station te bouwen. Deze rust namelijk op slechts vijf steunpunten op vaststaande punten. Verticale krachten van de Zuidtoren worden via meerdere parapluconstructies opgenomen. Deze leiden de belastingen vanuit de grote vloervelden terug naar de steunpunten.

De stabiliteit wordt gehaald uit de betonkernen in de Noordtoren. Om de horizontale krachten naar de kernen te leiden is de gehele staalconstructie als een integraal ruimtevakwerk benaderd. Hierin vervullen de gevelkolommen ook een belangrijke rol. Door deze met diagonalen te verbinden, zorgen ze voor de juiste verdeling van de krachten in de structuur. De stabiliteitsverbanden zijn in de gevel goed afleesbaar.

Dirk Jan Postel • Kraaijvanger



Ontworpen als één expressief gebaar en feitelijk niet meer dan twee 90 m hoge torens verbonden door stalen vakwerken. Toch kent het nieuwe stadskantoor van Utrecht een bijzondere hoofddragconstructie door de grote overspanningen, de vele vides en beeldbepalende geveldiagonalen die samenwerken met de kernen. De Noordtoren heeft kernen van beton, de Zuidtoren kernen uitgevoerd in staal. De ligging van de Zuidtoren is bepalend en vraagt om vijf 31 m hoge kolommen in S460M. Vervolgens bepaalt de constructieve hoofdopzet ook de detaillering.

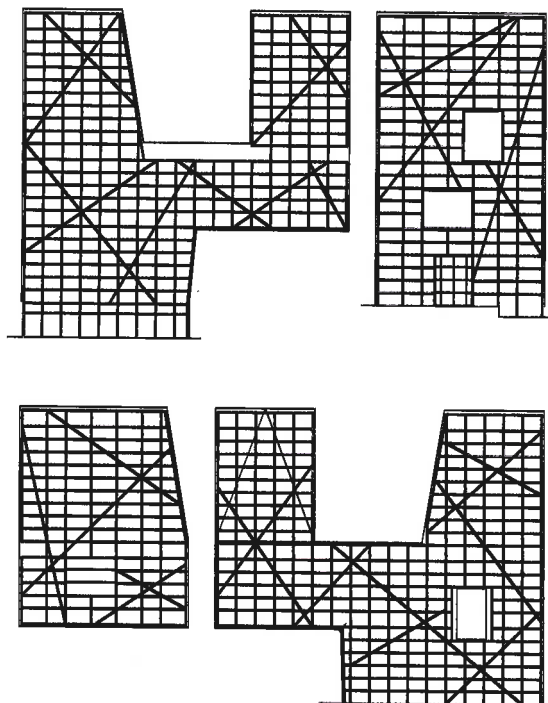
Stads Kantoor Utrecht (SKU) is gepositieerd aan de westzijde van station Utrecht CS en staat deels naast en deels boven de

nieuwe stationshal en de busterminal. Deze situatie zorgt voor een bijzonder ontwerp, een bijzondere hoofddragconstructie en



verband





Ontwerpschetsen met 'willekeurige' diagonalen.

een bijzondere uitvoering. De vraag luidt vaak: hebben de 'willekeurige' diagonalen in de gevel wel een constructieve functie? Het antwoord daarop is dat de diagonalen met de kernen samenwerken. De kernen worden door de diagonalen als het ware afgetuigd, gelijk de mast van een zeilschip. Daarnaast zijn de diagonalen ook essentieel voor de afdracht van de verticale belasting. De overhangende gevels en de grote gevelopeningen verhinderen dat de belasting direct naar de fundering kan worden afgevoerd. De diagonalen verzorgen de *load transfer*.

Hoofddraagconstructie

Het gebouw is op te delen in drie stukken:

- niveau -3 t/m 5: parkeerkelder en onderbouw Noordtoren;
- niveau 6 t/m 12: maximale vloervelden;
- niveau 13 t/m 22: Noord- en Zuidtoren.

De entree van het gebouw bevindt zich in de Noordtoren op het verhoogde maaiveldniveau (± 8 m boven het huidige maaiveld).

De Zuidtoren staat op een vijftal stalen hoofdkolommen, waarvan de positie is afgestemd op drie gestapelde functies: kantoren, busterminal en de OV-terminal, die op dit moment in aanbouw is.

Op de onderste verdiepingen van de Noordtoren bevinden zich de publieke gebieden. Vanaf verdieping 6 is er ruimte voor ondermeer de kantoorfuncties.

Naast het bijzondere lijnenspel in de gevels kenmerkt het ontwerp zich verder door een groot aantal vides en binnenruimten. Onder de Noordtoren bevindt zich de drielaagse

parkeerkelder. De onderste laag van de parkeerkelder is 'half verdiept' aangelegd op Normaal Amsterdams Peil. Onder het zuidelijk deel rijden de bussen op 2,5 m +NAP. In dit deel is weinig ruimte voor verticale draagstructuur.

Om de constructie van het voorplein op het verhoogde maaiveld mogelijk te maken, zijn grote overspanningen nodig. Deze worden gerealiseerd door TT-platen te overspannen tussen in het werk gestorte betonnen kokerliggers. Deze kokerliggers overspannen ± 20 m tussen de Noord- en Zuidtoren. Over dit 'verhoogde maaiveld' rijdt geen verkeer.

Grondsamenstelling

De bouwput is uitgevoerd met ongestempelde damwanden. Het grondwater ligt op $\pm 0,3$ m +NAP. De onderkant van de poeren onder de Noordtoren bevinden zich op 1,25 m -NAP. Om de bouwput droog uit te voeren is de grond op 5 m -NAP met waterglas geïnjecteerd.

Vanaf maaiveldniveau 3,5 m +NAP tot 2 m -NAP bestaat de ondergrond veelal uit een topzandlaag met daaronder een vrij slappe humeuze kleilaag. Vervolgens gaat deze over in een zandige kleilaag. Vanaf 2 m -NAP tot 53 m -NAP worden zand- en grindlagen aangetroffen. Tot circa 8 m à 11 m -NAP is het zand los tot matig vast gepakt.

Vanaf 42 m -NAP is het zand uiterst silt-houdend met lokaal een leemlaag. Mogelijk is dit zand overgeconsolideerd. Tussen 53 m -NAP en 58 m -NAP is een waterremmende klei- of leemlaag aanwezig. Hieronder is wederom zand aanwezig.



De Noordtoren met ondergrondse parkeerlagen.

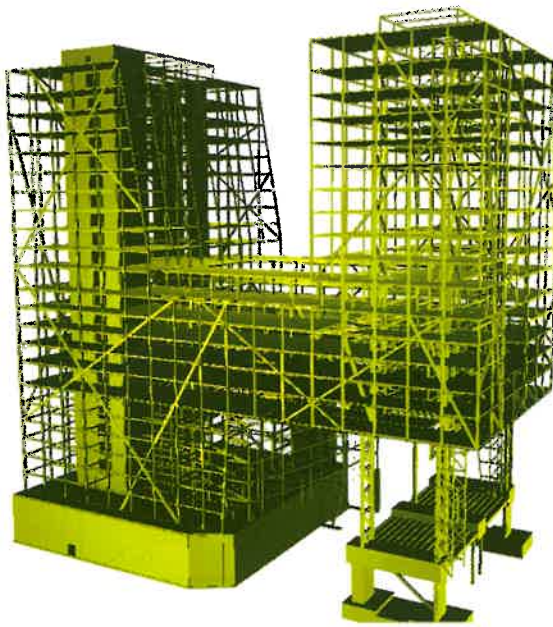
Fundering

Gekozen is voor een grondverdringend, trilingsarm paalsysteem met een hoog tot zeer hoog paaldragvermogen. Onder de Noordtoren zijn Fundex-groutinjectionpalen 520/670 mm toegepast met een paaldragvermogen tot 5750 kN. Onder de Zuidtoren zijn, vanwege geconcentreerde belasting, Tubexgroutinjectionpalen 762/950 mm (10.500 kN) gekozen. Het paalpuntniveau varieert tussen 26 m -NAP en 31 m -NAP. De funderingsvloer is in situ beton uitgevoerd met een dikte van 300 mm. Onder de kernen en de kolommen van de Noordtoren zijn funderingspoeren toegepast met een dikte van 1500 mm. Bij de vijf hoofdkolommen onder de Zuidtoren zijn dit poeren met een dikte van 2500 mm.

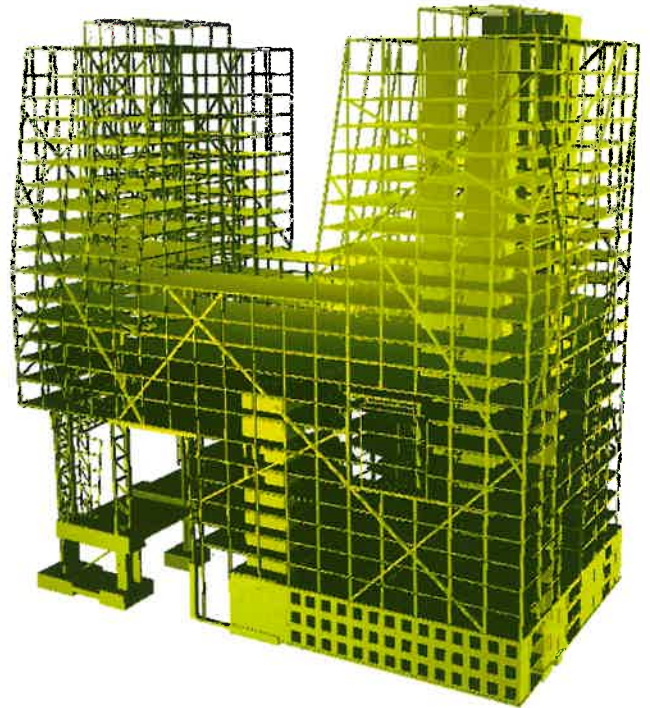
De hoofddraagconstructie bestaat uit drie betonnen kernconstructies, een staalconstructie en constructieve gevelvlakken (staalconstructie). Dilataties zijn boven de begane-grondverdieping niet aanwezig, hierdoor vormt de bovenbouw één geheel. De stabiliteit wordt verzorgd door de samenwerking van de betonnen kernen en de diagonalen in de gevel. De kernwanden en de kelderwanden zijn in het werk gestort. Hierbij zijn de drie kernen gemaakt met een glijkist. Gelijktijdig zijn alle lasplaten ingestort. Aan deze lasplaten is de staalconstructie bevestigd. De maximale tolerantie op de lasplaten bedraagt ± 15 mm.

Vloeren

De vloeren zijn kanaalplaten en voor het overgrote deel voorzien van een gewapende



Zuidtoren, de maximale vloervelden beginnen op niveau 6.



De Noord- en Zuidtoren splitsen zich weer vanaf niveau 13.

druklaag, die functioneert als vloerschijf om de optredende horizontaalkrachten in de vloeren te verdelen tussen de verschillende stabiliteitselementen. De wapening in de druklaag is met opgelaste stekken gekoppeld aan de hoofdconstructie. Daar waar de druklaag onvoldoende schijfcapaciteit heeft, zijn in de kanaalplaten deuvelsparingen toegepast.

Op de posities waar geen druklaag mogelijk is, zijn stalen trekelementen (diagonalen) onder de vloeren aangebracht voor voldoende constructieve samenhang. De diagonalen en vakwerken in de gevels, die zorgen voor de belastingafdracht, zijn kenmerkend voor de gebouwarctitectuur. De detaillering van de diverse knopen (kolom-ligger-diagonaal) is zodanig, dat deze past binnen het bouwkundig kader zoals door de architect ontworpen.

Wind en robuustheid

De windtrillingen zijn getoetst volgens NEN 6702. Met het 3D-rekenmodel zijn de eigenfrequenties van het gebouw bepaald, behorende bij de translatie en rotatie van het gebouw in beide richtingen. Voor de maatgevende richting worden de eigenfrequenties en bijbehorende versnellingen gevonden als in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht eigenfrequenties en versnellingen.

trilvorm	eigenfrequentie f_n (Hz)	versnelling a (m/s ²)
translatie	0,213	0,054
torsie	0,277	0,041

Conform NEN-EN 1991-1-7 en de NTA Hoogbouw (03-B) behoort te worden gekeken naar een buitengewone ontwerpsituatie bij het bezwijken van een constructieonderdeel door een niet-gedefinieerde oorzaak. Voor het incasseringsvermogen van de hoofdconstructie wordt uitgegaan van de filosofie zoals beschreven in deze normen. SKU valt onder gevolgklasse 3 (CC3). In overeenstemming hiermee is een risicoanalyse gemaakt waarin het bezwijken van een willekeurige kolom is beschouwd. Indien lokaal bezwijken niet mag optreden, betekent dit dat de benodigde herverdelingscapaciteit via de vloerconstructie zal moeten plaatsvinden. Horizontale trekbanden zijn nodig. Dit in overeenstemming met de toetsingscriteria voor gebouwen in gevolgklasse 3. Concreet betekent dit dat de vloeren niet mogen instorten wanneer een kolom bezwijkt (wegvalt). Deze trekbanden zijn in de meeste gevallen de randprofielen die allemaal zijn doorgesloten door de kolommen, zodat er ook daadwerkelijk een trekband aanwezig is.

Naast bovengenoemde membraanwerking wordt een tweede, 'extra' veiligheid verkregen in de constructieve gevelvlakken en interne vakwerkconstructies. Als een kolom met een bovenlangs uitgevoerde diagonaal wegvalt, slaat de drukbelasting in de bovengelegen kolommen om naar een trekbelasting. In dat geval ontstaat een hangconstructie waarbij de belasting naar boven toe zal worden omgeleid. Iedere kolom en wand moet daartoe voorzien zijn van een doorgaande verticale trekband, vanaf de fundering tot het dakniveau. Zo heeft een kolom voldoende (trek)

capaciteit als een ondergelegen constructie-deel bezwijkt. De belasting zal zodoende een alternatieve draagweg gaan zoeken, en vinden via de bovengelegen constructie.

Key-elementen

Als 'key-elementen' zijn de hoofdkolommen onder de Zuidtoren aangeduid.

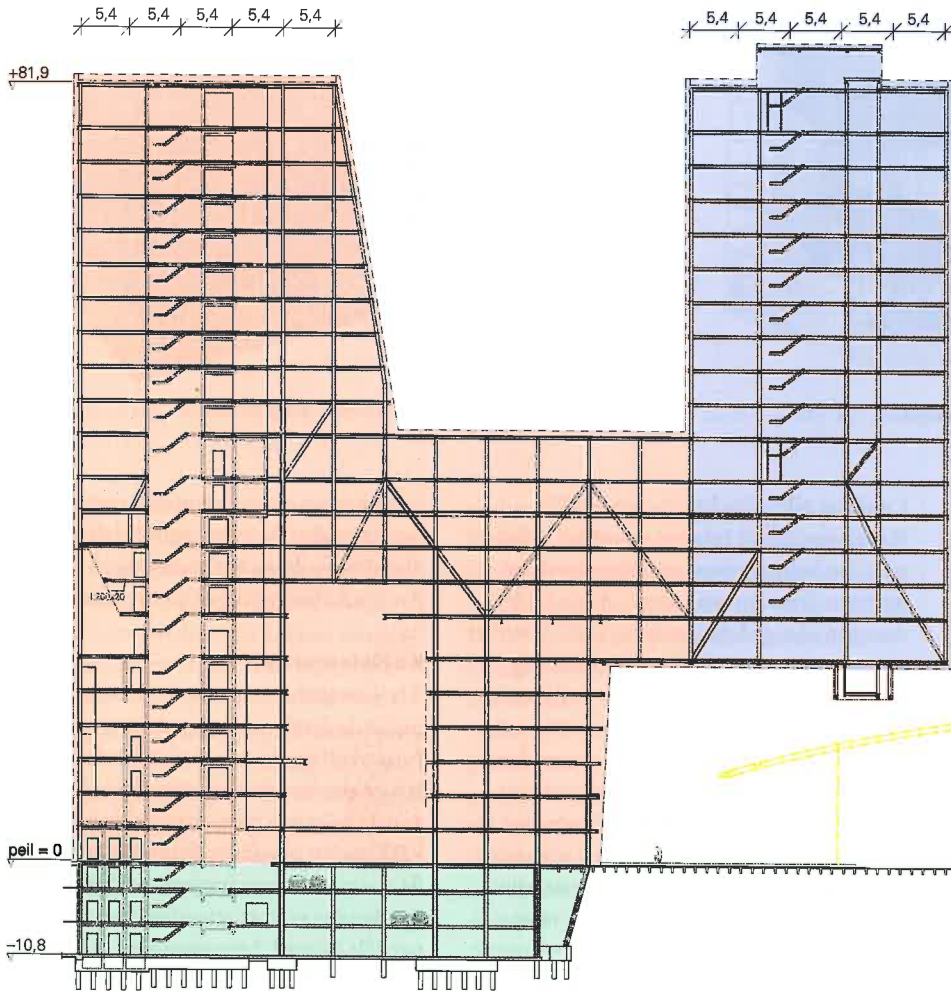
In aanvulling op de reguliere eisen aan constructieonderdelen moet een key-element aan de volgende twee eisen voldoen.

- De sterkte is voldoende om het effect van de voorgeschreven fundamentele belastingcombinatie vermenigvuldigd met een extra partiële factor 1,2 te weerstaan.
- De sterkte van het key-element en zijn aansluitingen aan het overige deel van de hoofdconstructie is voldoende om het effect van een buitengewone belastingcombinatie met een in één richting werkende druk van 34 kN/m² te weerstaan als buitengewone belasting.

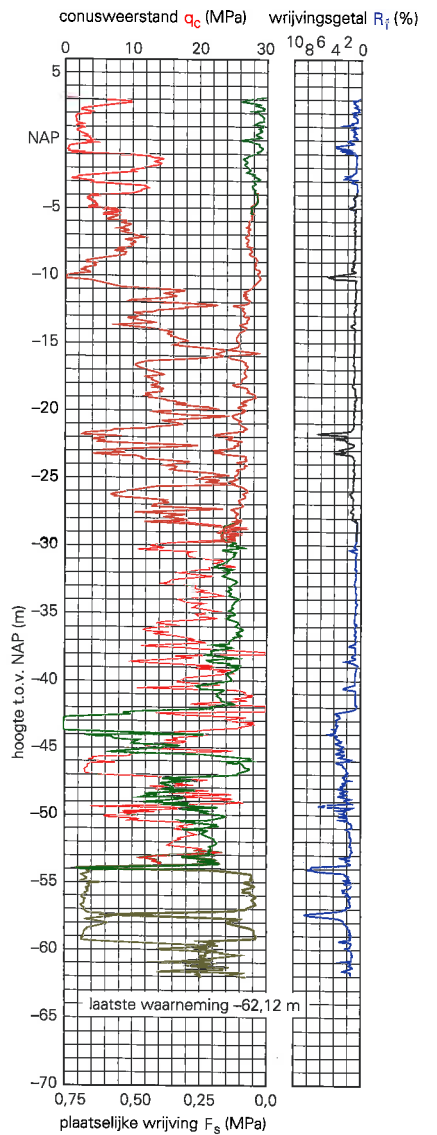
Entreegevel

De 22 m (zes verdiepingen) hoge entreegevel is opgebouwd uit verticale hangstijlen in combinatie met horizontale (ruimtelijke) liggers op niveau 1 t/m 5. Hierin zijn geen diagonalen toegepast voor een zo transparant mogelijke gevel.

De horizontale ruimtelijke liggers zorgen voor de afdracht van de horizontale (wind) belasting naar de verdiepingvloeren. De ligger bestaat aan de voorzijde uit een buisprofiel Ø219 met daaraan gelast een T-140. Aan de achterzijde en ertussen worden eveneens buisprofielen toegepast.

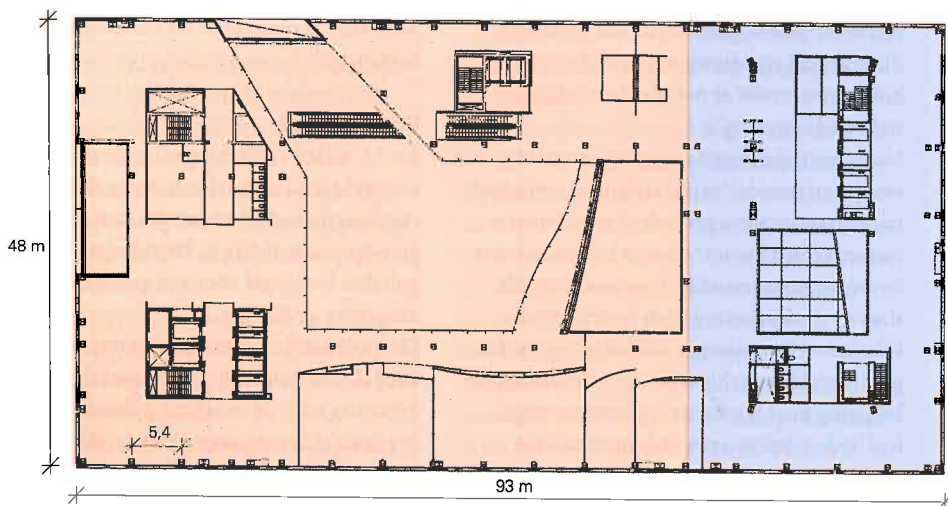


- Noordtoren
- Zuidtoren
- parkeerkelder
- overkapping perron CS Utrecht



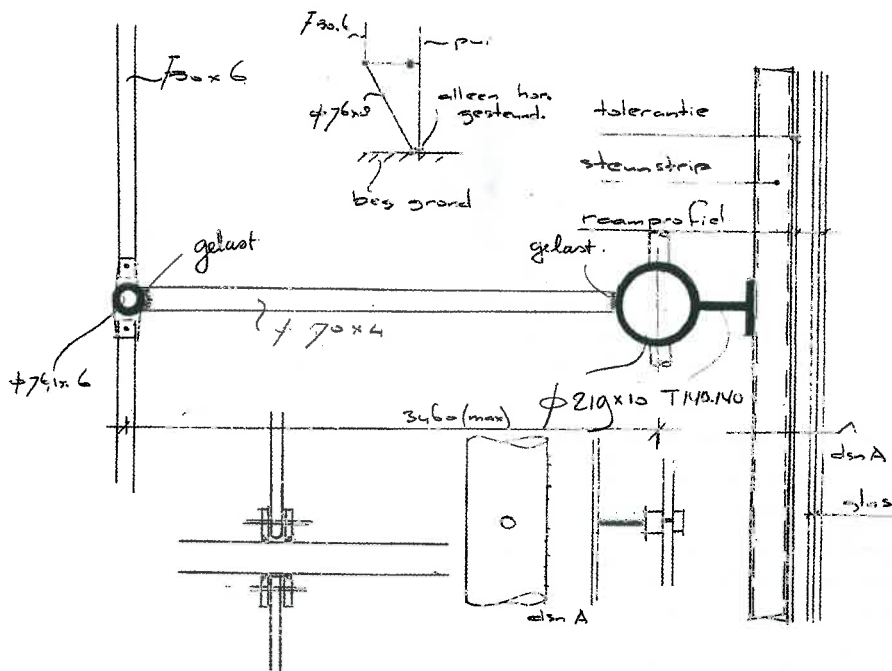
sondering 5
 opdracht : 043608
 plaats : Utrecht
 datum : 080701
 project : Stadskantoor Utrecht

Langdoorsnede. De Zuidtoren staat op vijf stalen hoofdkolommen waarvan de positie afgestemd is op drie gestapelde functies: kantoren, bus- en OV-terminal die nog in aanbouw zijn.



Maximaal vloerveld met atrium.

De grondsamenvatting is uiterst divers.



Schets puiconstructie: diagonalen zijn overbodig door hangstijlen te combineren met horizontale liggers.

Door de buis (zie raamprofiel schets boven) die vlak achter het glas loopt, wordt droge/warme lucht gevoerd die via kleine gaatjes in het buisprofiel tegen het glas wordt uitgeblazen. De gehele puiconstructie hangt aan de vakwerkbrug op de 6e verdieping. In de vloer van deze brug zijn liggers opgenomen waaraan de staalconstructie van de gordijngewel is bevestigd. De gordijngewel wordt op de begane grond alleen horizontaal gekoppeld. Het glas is koudgebogen en met 'handjes' gekoppeld aan de staalconstructie.

Detaillering

De constructieve hoofdopzet van het gebouw bepaalt ook de detaillering. Omdat de krachten groot zijn en doordat de knooppunten binnen de standaard kunststoffen gevelementen moeten passen, is een 'traditionele' detaillering niet voldoende. Gekozen is voor het principe van stapelen van de kolommen: hierbij zijn de staalprofielen 100% nauwkeurig gevlokt en koud op elkaar gestapeld. De profielen zijn onderling verbonden met lijf- en flensplaten. Voordeel van deze detaillering is dat ten gunste van de verbindingen fors bespaard wordt op het laswerk. Om het stapelen goed mogelijk te maken qua maatvoering is gekozen voor

HD-profielen. De deling is telkens per drie verdiepingen gemaakt en bevindt zich voor de praktische uitvoerbaarheid steeds op 1 m boven vloerniveau.

De zwaarbelaste kolommen zijn uitgevoerd in de staalkwaliteit S460M. Ook op andere posities waar de krachten erg groot zijn is voor S460M gekozen, omdat deze hoge sterktestaalkwaliteit het mogelijk maakt om toch binnen de standaard bouwkundige maatvoering te blijven. Staal S460M is met name toegepast in de Zuidtoren, onder meer voor de vijf grote kolommen van niveau -3 t/m +5. Deze kolommen zijn uitgevoerd in dubbele HD 400x1086-profielen.

Optimaal 450

Om optimaal te profiteren van de hoge staalkwaliteit is gekozen voor Histar. Bij deze staalprofielen mag worden gerekend met een staalspanning van 450 N/mm² zonder dat er hoeft te worden gereduceerd vanwege de flensdikte. Ook de lasbaarheid van dit product speelde een rol bij deze keuze. Dit geldt dan met name voor de aansluitknopen op niveau 6. Op dit niveau bevinden zich de overgangen van de vijf hoofdkolommen naar de bovenliggende structuur.

Voor de geveldiagonalen is gewerkt met lijf-



De pui hangt aan het vakwerk van de 6e verdieping.



Koudgestapelde kolom, 100% gevlokt.



In een aantal verbindingen kan een druk- en trekkracht optreden. Daar is gekozen voor voorspanbouten in plaats van pasbouten.

en flensplaten. Hierbij wordt de normaalkracht overgedragen via de bouten, standaard met een boutkwaliteit 8.8.

In een aantal verbindingen is het mogelijk dat er naast een drukkracht ook een trekkracht kan optreden. Omdat het gebruik van pasbouten in de uitvoering op nogal wat bezwaren stuitte, is gekozen om dit op te lossen met voorspanbouten.

De drukkracht wordt hierbij via stuik overgedragen en de geringere trekkracht kan via wrijving worden overgedragen. Door de verbindingen buiten de knopen te maken is het mogelijk om de detaillering van de geveldiagonalen slank te houden en in te passen in de kunststof kaders van de gevel.

Brand

De brandwerendheid van de hoofdconstructie en de vloeren bedraagt 90 minuten. De gehele hoofdconstructie van staal wordt daarom brandwerend bekleed/gecoat. Hierbij zijn de kolommen bekleed. De SFB-liggers in de vloer zijn daar waar nodig aan de onderzijde brandwerend gecoat. Om de exacte capaciteit van de SFB-liggers in de brandsituatie te bepalen zijn op basis van een in eigen beheer ontwikkeld programma aanvullende berekeningen gemaakt

van de temperatuurontwikkeling in de ligger in combinatie met de betonvloer. Uit deze aanvullende berekeningen blijkt dat $\pm 80\%$ van de liggers de vereiste capaciteit heeft bij brand na 90 minuten, zodat verdere brandwerende voorzieningen achterwege kunnen blijven. De gemeente Utrecht heeft deze aanvullende berekeningen geaccepteerd en goedgekeurd. De hoofdkolommen onder de Zuidtoren die tevens onderdeel zijn van de OV-terminal zijn 120 minuten brandwerend bekleed.

Uitvoering

In overleg met de aannemer is een montageplan gemaakt dat volledig is doorgerekend. In deze berekening is de krachtswerking in de bouwfase vergeleken met de krachtswerking in de eindfase. Hierbij is aangegeven waar in de staalstructuur tijdelijke voorzieningen nodig zijn om stabiliteit in de bouwfase te garanderen (tijdens de bouwfase is een groot aantal schoren en diagonalen nog niet volledig aanwezig). Ook de vervormingen van de constructie in de bouw- en eindfase zijn uitgebreid geanalyseerd en meegenomen in de diverse montageplannen. Beschrijving volgorde werkzaamheden:

- afgraven tot 2 m +NAP;

- damwanden rondom Noordtoren inbrengen;
- saneren tot 0,6 m +NAP;
- aanvullen met zand (incl. drains) tot 0,9 m +NAP;
- aanbrengen waterglas Noordtoren;
- saneren Noordtoren tot o.k. fundering;
- aanvullen Noordtoren met zand (incl. drains) tot 0,9 +NAP;
- inbrengen Tubex- en Fundexpalen Noord- en Zuidtoren vanaf 0,9 m +NAP;
- aanbrengen waterglas onder poeren Zuidtoren;
- maken fundering;
- storten keldervloer, $d = 30$ cm;
- storten kelderwanden;
- ruwbouw drie kernen met glijkist ($\pm 3,6$ m per dag);
- montage staalconstructie en kanaalplaatvloeren vanaf kelder -3;
- vanaf 6e verdieping bouwen boven de Jaarbeurstraverse.

Veel complexe details en montagesituaties zijn vooraf door aannemer en hoofdconstructeur samen doorgesproken. Dit heeft eraan bijgedragen dat ook de ingewikkelde onderdelen op een veilige en vlotte manier zijn gemonteerd. •

Veilig en tijdig

Het stadskantoor is onderdeel van het bereikbaarheidsplan 'CU2030' waarin logistiek centraal staat. Veiligheid staat tijdens de uitvoering voorop, direct gevolgd door tijdigheid. Het lijnenspel in de gevel is tevens stabiliteitssysteem, waardoor een tijdelijke hulpconstructie nodig is. De ontkoppeling van de schoren (op druk) moet evenals de aan- en afvoer van bouwmaterialen *just-in-time* gebeuren.

Stadskantoor Utrecht wordt het centrale punt voor vrijwel alle gemeentelijke diensten.

Het maakt onderdeel uit van het grootschalige project CU2030 dat 'het stationsgebied een ontmoetingsplek maakt voor iedereen die wil reizen, winkelen, wonen, werken en ontspannen in het hart van Nederland'. Om die reden ligt het gehele gebied rondom het Centraal Station 'op de schop'. Verkeerstromen, gebiedsaansluitingen en economische bedrijvigheid worden geoptimaliseerd en soms herzien, zoals de busrouting.

Het stadskantoor bestaat uit een Noordtoren, die doorloopt in een drielaagse parkeerkelder, en een Zuidtoren, die vanwege de OV- en de busterminal op slechts vijf platen (aan de zuidoostzijde) afsteunt op evenzoveel kolommen. De kolommen lopen op maaiveld door tot op het gebied van de busterminal en op verhoogd maaiveldniveau door het Centraal Station. De torens zijn verbonden met stalen vakwerken waaronder de bussen vrij kunnen manoeuvreren.

Bouwcombinaties

Het ontwerp van Dirk Jan Postel, Kraaijvanger • samen met Christian Müller Architects is door NS Stations via een Europese aanbesteding gegund aan de Bouwcombinatie Stadskantoor Utrecht (BC SKU). BC SKU bestaat uit Boele & Van Eesteren en G&S Bouw, beide VolkerWessels-ondernemingen. De Staalcombinatie, ASK Romein (Roosendaal) en Oostingh Staalbouw (Katwijk), leveren en monteren samen de 7500 ton zware staalconstructie en 65.000 m² aan kanaalplaat- en staalplaat-betonvloeren. Zonneveld Ingenieurs uit Rotterdam tekende voor het constructief ontwerp en toezicht.

24/7

De bouwplaats is krap bemeten; een goede logistieke planning en afstemming zijn van belang. De gemeente heeft een vergunning afgegeven om 24 uur per dag en zeven dagen in de week te kunnen werken en heeft een aanrijdroute aangewezen. De bouwplaats

mag vrijwel geheel naar eigen inzicht worden ingedeeld, waarbij de bouwcombinatie voorziet in de mogelijkheid tot constante aan- en afvoer. Veel en langdurige opslag is bijna niet mogelijk, alle materialen moeten precies op tijd worden aangeleverd en direct dan wel na kortdurende opslag worden verwerkt. Dat geldt ook voor de staalconstructie, waartoe de Staalcombinatie een bufferzone heeft ingericht op een terrein in het naburige Maarssen. De materialen staan daar 'op afroep' gereed om te worden geladen. De (onder)aannemers maken voor hun (aanlever)werkzaamheden zogeheten tickets aan, waarop materiaal, tijdstip van levering en de wens voor het gebruik van een kraan kenbaar zijn gemaakt. De bouwcombinatie houdt zo overzicht over werkzaamheden en bouwbewegingen, die met inzet van drie ploegendiensten doorgang vinden. De vrachtwagens rijden zoveel mogelijk buiten spijttijden, voor een goede doorstroom en tegen omgevingshinder. Bij de bouw worden twee vaste bouwkranen ingezet, waarvan één op de betonkern in de Noordtoren. Tijdens hoogtijdagen kunnen vier mobiele kranen worden toegevoegd.

Geen hinder

Voor sommige werkzaamheden, zoals het



Gevel volgt functie

De gevel van 17.650 m² bestaat uit ruim 800 prefab gevelelementen, met extra specials voor de hoeken en andere passtukken. De stabiliteitsvoorzieningen moeten vanuit de architectuur afleesbaar blijven op de gevelhuid. De kunststoffen panelen moeten dus ook dit 'willekeurig' patroon van de diagonalen volgen, die bovendien alle verschillende hoeken hebben. Daartoe zijn vele mallen gemaakt waarin ook sparingen en inkassingen voor de bevestigingen aan de omringende constructie zijn opgenomen.





glijden van de betonnen kernen, worden (hinder)vergunningen aangevraagd, maar de buurt ondervindt weinig overlast. Ook niet tijdens het tijdelijk afsluiten van de Jaar-beurstraverse naar het CS-gebied. Dit gebeurt om veiligheidsredenen tijdens de prominent aanwezige bouwwerkzaamheden aan de Zuidtoren. Daartoe worden omleidingen verzorgd en voor mindervaliden staan taxi's ter beschikking om aan de andere (stads)zijde het station te kunnen betreden.

Ook worden de funderingspalen en damwanden niet geslagen, maar de grond in geschroefd respectievelijk getrild, niet uitsluitend om de buurt en reizigers te ontzien maar ook om de apparatuur in het bedieningshuis van het CS niet te ontregelen.

Stringent

Het stramien van het stadskantoor volgt dat van de OV-terminal en de windverbanden volgen stringent het lijnenspel van de gevel dat 'vrij' op het gebouw is geprojecteerd. Het stramien en de windverbanden vallen niet samen en de diagonalen strekken zich bijvoorbeeld ver naar boven uit, waardoor het gebouw pas stabiel is wanneer de constructie (grotendeels) is voltooid. Daarom wordt een speciale stabiliserende hulpconstructie ingezet, die voor het onderscheid in de kleur geel is geschilderd.

De schoren zijn op druk ontworpen zodat ze gemakkelijk kunnen worden ontkoppeld. Ook hier moet volgens tijdschema worden gewerkt, de hulpconstructie kan niet te vroeg, maar zeker niet te laat worden verwijderd: dan worden de krachten te groot.

De vloeren moeten al wel zijn voorzien van de druklaag, voor schijfwerving in het stabiliteitssysteem.

De krachten op de kolommen zijn dusdanig groot dat in het ontwerp rekening is gehouden met indrukken en dus lengteverlies.

De staalprofielen zijn op de millimeter nauwkeurig langer uitgevoerd om zetting- (verschillen) te voorkomen. Tijdens de bouw is de Zuidtoren evenwel onverwacht ietwat asymmetrisch gaan zetten. Deze scheefstand wordt verholpen met horizontale vjzels afgesteund tegen de Noordtoren.

Vrijwel alle vloervelden worden ingevuld

met kanaalplaten, die tijdens de assemblage door de staalbouwers worden meegenomen. Meerdere verdiepingen in het bruggebouw zijn gemaakt met staalplaat-betonvloeren. Het lage eigengewicht is daartoe aanleiding, maar ook de veiligheid. Mocht onverhoopt zwaar materiaal op de staalplaat komen, dan werkt de staalplaat als 'vangnet'.

Planning

De voorbereidingen voor de bouw zijn gestart in september 2010. Het oude parkeerterrein is geruimd en de grond is gesaneerd. Daarna zijn de damwanden in de grond getrild en is de grond geïnjecteerd met een waterglaslaag voor een waterdichte bouwput. Na de grondwerkzaamheden zijn in mei 2011 ruim 360 funderingspalen de grond ingebracht. Vervolgens is de betonnen parkeerkelder gestort en zijn de betonnen kernen van de Noordtoren gegleden. Tot en met de zomer van 2012 is de staalconstructie gemonteerd met de verdiepingvloeren. Sindsdien is druk gewerkt aan alle installaties. De chemische samenstelling van de kunststoffen gevelementen moest worden geoptimaliseerd en op verschillende plekken in de gevel zijn proefstukken aangebracht om passingen te demonstreren. Daardoor loopt de gevel uit de planning. Om de afbouw binnen evengoed droog en windvrij uit te kunnen voeren, zijn begin dit jaar tijdelijke 'binnenspouwbladen' van metal-stud geplaatst. Momenteel worden de gevelementen geïnstalleerd. De oplevering zal in 2014 plaatsvinden. •

Technische gegevens

Oppervlak 68.000 m² • *Ixbxh* = 95x41x98 m • *Stabiliteit* combinatie van staalconstructie en betonkernen • *Fundering* 304 Fundexpalen 520/670mm en 64 Tubexpalen 670/950mm (draagvermogen = 9500 kN = 950 ton) • *Staal* S355J0 en S460M (±7.000 ton staal) • *Gevel* glasvezelversterkte polyesterhars met isolatiekern van polyisocyanuraat (PIR), buitenoppervlak gelcoat (RAL 9003, wit – malgebonden halfglansuitvoering NJ6), UV-bestendig, brandvoortplantingsklasse 1 (NEN 6065) of Euroklasse B, pro-seal/nano-coating op buitenoppervlak

Projectgegevens

Locatie Jaarbeursplein, Utrecht • *Opdracht* NS Stations en Gemeente Utrecht • *Architectuur* Kraaijvanger • Rotterdam in samenwerking met Christian Müller Architects, Rotterdam • *Constructief ontwerp* Zonneveld Ingenieurs, Rotterdam • *Uitvoering* Bouwcombinatie Stadskantoor Utrecht, Boele & Van Eesteren (Rijswijk) en G&S Bouw (Amsterdam) • *Staalconstructie* Staalcombinatie, ASK Romein (Roosendaal) en Oostingh Staalbouw (Katwijk) • *Staalleverancier* Arcelor-Mittal Staalhandel (Histar), Rotterdam • *Staalplaat-betonvloer* ArcelorMittal Construction Nederland (Cofraplus 220), Tiel • *Gevelleverancier* Scheldebouw Heerlen met co-maker Polux, Medemblik • *Paalfundering* Fundex groep, Oostburg • *Data* 2006 – opdracht aan architect Kraaijvanger, 20 april 2011 – eerste paal, 12 december 2012 – hoogste punt, 2014 – oplevering • *Bouwkosten* € 100 miljoen • *Fotografie* Vincent Basler

