

**Ir. Tjalling de Vries,
Gemeentewerken Rotterdam:**

12

'Complexe berekeningen voor nieuwe overkapping OV-terminal'

Het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam (IGWR) is een van de grootste in zijn soort in Nederland. Voor onder meer havens, bruggen, tunnels en gebouwen in de stad berekenen vele honderden specialisten hier wat haalbaar en veilig is. Maar het ontwerp voor de overkapping van de hal van de nieuwe openbaarvervoerterminal was dermate bijzonder, dat ProRail en de gemeente Rotterdam TNO inschakelden voor nader onderzoek, met name naar de windbelasting en de windhinder voor de reizigers, vertelt ir. Tjalling de Vries van IGWR.



'Het ontwerp van de overkapping van de terminal komt van een groep architecten, Team CS genaamd. Dat bestaat uit de bureaus Benthem Crouwel, Meyer en Van Schooten en West 8 Urban design & landscape architecture. Deze drie hebben beroemde ontwerpen op hun naam staan.

De terminal bestaat uit twee nauw met elkaar samenhangende delen: het noordelijk deel – de perronoverkapping – en de zuidelijke entreehal. Niet alleen het ontwerp van de Zuid Hal is bijzonder; het totale project van de OV-terminal is dat ook. Er is een veelheid aan partijen bij betrokken. ProRail en de Gemeente Rotterdam zijn verantwoordelijk voor de gehele infrastructuur. ProRail heeft zelf een ingenieursbureau en aannemer ingeschakeld voor het ontwerp van de overkapping van de sporen. Aangezien de gemeente Rotterdam mede-eigenaar is van de OV-terminal, is de constructie hiervan door IGWR zelf berekend. Die twee constructies hebben letterlijk raakvlakken. Ze bewegen elk, dragen krachten over aan elkaar. Dat vergt zorgvuldige onderlinge afstemming.'

COMPLEXE CONSTRUCTIE

'Er is van oudsher een spanningsveld tussen architect en ingenieur. Kort door de bocht: de architect wil iets bijzonders neerzetten en de ingenieur laat daar berekeningen op los. Hoe mooi het er ook uit mag zien, de constructie moet wel voldoen aan alle veiligheidseisen. Over het eerste ontwerp hebben we direct al discussies gehad met de architect. We zijn het gesprek met de architect aangegaan over de verhouding tussen de hoogte van de constructie en de overspanning, en zijn het ten slotte eens geworden; het oorspronkelijke ontwerp is helemaal overeind gebleven.

Het resultaat is een prachtig vormgegeven, maar tegelijkertijd ook zeer complexe constructie van staal en glas. De kap heeft globaal afmetingen van 160 bij 80 meter. Daarbinnen zijn er variaties in hoogte, vouwen, knikken. Een heel bijzonder ontwerp met een grote uitstraling. Maar wat gebeurt er in de praktijk? Wat merken de reizigers als het stormt? Wat doet de wind met de constructie? Bij extreme storm kan het dak centimeters op en neer gaan bewegen, zoals ook de Eiffeltoren aan de top een flinke uitslag heeft, zonder dat iemand het overigens merkt. Dat is op zich dus geen probleem, zolang de constructie de bewegingen maar kan opvangen. Stuwning en

zuiging door wind zijn heel moeilijk te voorspellen voor een ingewikkelde vorm als deze. Dat kun je eigenlijk alleen maar door metingen in een windtunnel bepalen. Er zijn een paar partijen in Nederland die over een windtunnel beschikken, maar TNO was voor ons toch de aangewezen kandidaat. Verschillende diensten van de gemeente hebben goede ervaringen met ze. En behalve het nemen van proeven in de windtunnel leverde TNO nog meer expertise. Hun multidisciplinaire aanpak is voor ons van grote waarde.'

TRILLINGEN

'In de windtunnel hebben de experts van TNO windvlagen gesimuleerd om de extreme belastingen op de constructie te bepalen, ze hebben metingen gedaan naar de mogelijke hinder van wind buiten voor reizigers, en ze deden proeven met rook in het geval er brand zou ontstaan. De uitkomsten van het onderzoek naar rukwinden zijn door ons gebruikt in het berekeningsmodel en dit is verwerkt in het ontwerp. Vervolgens hebben we de nodige maatregelen kunnen treffen en enkele kleine wijzigingen in de constructie aangebracht.

Het onderzoek in de windtunnel leverde verbazingwekkende resultaten op. De stuwdruk bleek namelijk op een aantal plaatsen veel hoger te zijn dan de norm voorschrijft. We zijn dan ook erg blij dat TNO deze metingen heeft uitgevoerd. Daarnaast bleek uit de berekeningen van de constructeur van IGWR dat de zogeheten elgen frequentie van de hal in het risicogebied van het windbelastingsspectrum lag. Daarom zijn ook de effecten van de windtrillingen op het dak door TNO nader bekeken. Er zijn enkele kleine wijzigingen uit voortgevloeid die altijd weer gevolgen voor de rest van de constructie hebben. En dus moesten we weer nieuwe berekeningen maken.

Tot slot heeft TNO op ons verzoek alle gemaakte berekeningen nog eens helemaal opnieuw kritisch bekeken. Dankzij deze *second opinion* weten we nu honderd procent zeker dat alles klopt. Voor ons is het goed te weten dat we ons werk goed hebben gedaan, maar veel belangrijker is de geruststelling dat de reizigers en de mensen die rond de OV-terminal werken geen risico's lopen of hinder ondervinden.'



De TNO-expertise

Dr. ir. Raphaël Steenbergen en ir. Carine van Bentum, experts constructieve veiligheid

'De ingenieurs van Gemeentewerken Rotterdam hebben een grote reputatie in binnen- en buitenland. Voor het berekenen van de overkapping van de hal van de OV-terminal hebben ze alle deskundigheid in huis. Maar in dit geval kwamen er heel veel technische vraagstukken samen: de veiligheid van de staalconstructie op zich, windbelasting, rookvorming. Onze inbreng beperkte zich dus niet tot die van expertise van veilige constructies alleen. We hebben specialisten uit verschillende disciplines bij elkaar gehaald om alles in samenhang te kunnen beoordelen. Wat doet de wind met de overkapping in extreme omstandigheden? Wat merken de mensen buiten? Hoe verplaatst rook zich in geval van brand? Hoe reageert de constructie van staal en glas in extreme situaties? Allemaal verschillende expertises, die los van elkaar op moeilijke vragen antwoord kunnen geven maar gezamenlijk pas echt meerwaarde tonen. Het sleutelwoord: veiligheid. Dat is het uitgangspunt van al ons onderzoek, alle proeven, alle berekeningen.'

Info: raphael.steenbergen@tno.nl,
carine.vanbentum@tno.nl

De relatie

Het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam (IGWR) is actief op het gebied van infrastructuur, bouw en milieu. Gemeentewerken Rotterdam heeft daarvoor een mooie slagzin: 'vorm geven aan Rotterdam en Rotterdam in vorm houden'. Bij IGWR werken zo'n duizend mensen. Ze beheersen vakgebieden als civiele techniek, landschapsarchitectuur, milieuwetenschappen, geografie, sociale wetenschappen en communicatie. Vanwege hun grote kennis en ervaring doen niet alleen bureaus in ons land een beroep op hen, maar worden de ingenieurs ook bij allerlei grote projecten in het buitenland ingeschakeld.

Ir. Tjalling de Vries is hoofdconstructeur staal bij het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam.