

Slimme nok (3)

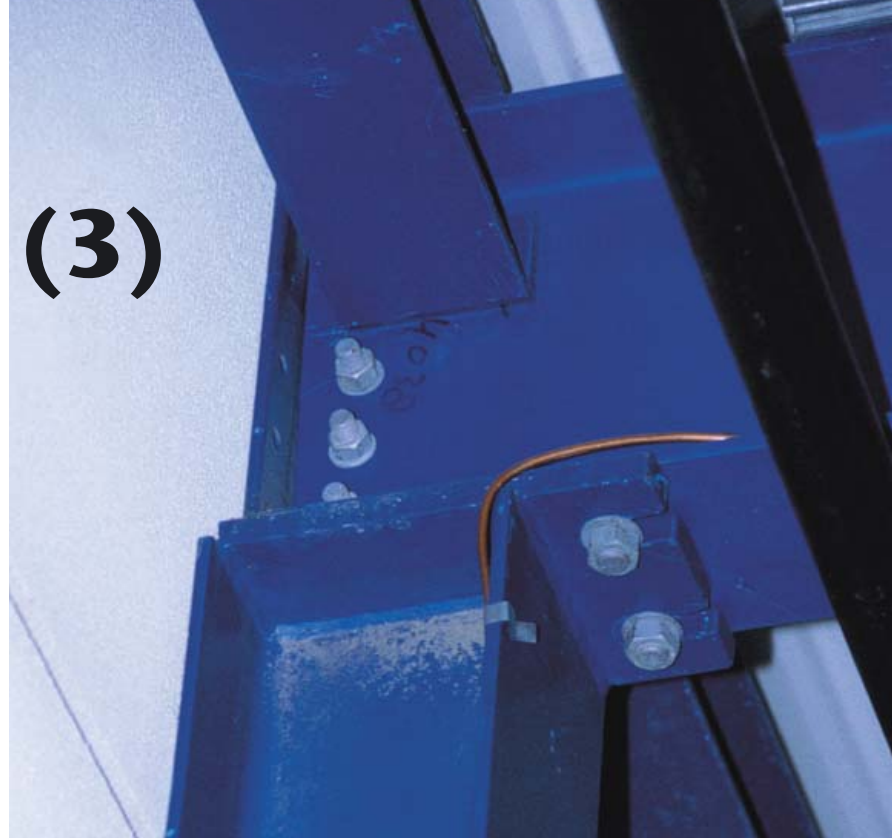
Sinds enkele jaren heeft de overheid de regelgeving voor de brandveiligheid van hallen aangescherpt¹. Dat brengt ontwerpers er toe specifieke constructieve oplossingen te bedenken, bijvoorbeeld om bij brand te voorkomen dat een bezwijkende staalconstructie een brandwand of een gevel omtrekt. Immers dat kan leiden tot brandoverslag naar andere compartimenten of naar andere gebouwen. Bovendien eist de wetgever dat brandoverslag moet worden voorkomen. Eerder verschenen twee artikelen^{2,3} over de 'slimme nok', waarbij de staalconstructie van de wand of gevel afkantelt tijdens brand. De auteurs beschrijven een andere aanpak aan de hand van een project.

dr.ir. A.F. Hamerlinck

Ralph Hamerlinck is brandveiligheidsadviseur bij Adviesbureau Hamerlinck, Roosendaal

ir. F.G. van Wagenveld

Frank van Wagenveld is constructeur bij Ingenieursbureau Bartels, Utrecht



Op de Botlek is in 1999 het distributiecentrum Mainparts Rijnmond gebouwd naar een ontwerp van ir. Ben Momburg van HD Projectrealisatie. Het hallencomplex van zo'n 6500 m² bestaat uit vier geschakelde hallen met een vloeroppervlakte van respectievelijk 1970, 1550, 1310 en 1690 m². Aan de eerste hal van 1970 m² is een tweelaags kantoor geschakeld van 980 m².

De vier hallen worden gebruikt door zeven verschillende bedrijven die installatietechnische materialen leveren voor de chemische industrie. De staalconstructie van de hallen is standaard: in twee richtingen geschoord met windverbanden, kolommen HEA 160 en dakliggers op afstanden van 5,4 m variërend van IPE 270 tot IPE 400 en raatliggers IPE 500/700. Om het aantal kolommen in de hallen te beperken, zijn plaatselijk onderslagliggers HEA 300 gebruikt. Verder bevatten de hallen kraanbanen en overheaddeuren.

Brandveiligheid algemeen

Bij de indeling van het distributiecentrum is rekening gehouden met de gemeentelijke eis dat de compartimentgrootte met een brandwerendheid van 60 minuten tussen de compartimenten maximaal 2500 m² mag bedragen. Deze eisen zijn conform de voorschriften van Distripark Botlek zelf. De hallen zijn van elkaar gescheiden door brandwanden van gasbeton met een dikte van 150 mm die aan weerszijden via smeltankers van kunststof aan de staalconstructie zijn gekoppeld.

Elke hal heeft een afzonderlijk gestabiliseerde staalconstructie. De hallen hebben lichtstraten op het dak en de hallen

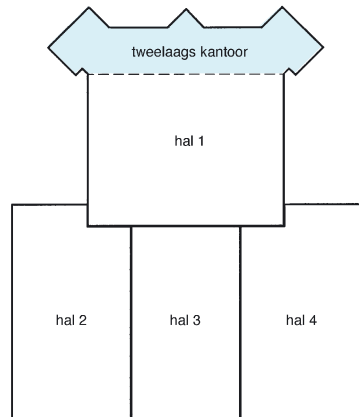
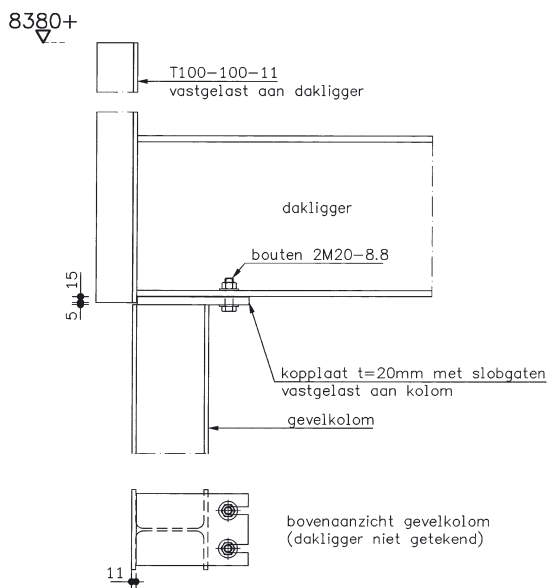
1 en 3 bovendien rookluiken. Dankzij deze rookluiken ziet de brandweer de hallen 1 en 3 als 'buitenruimte', zodat bij brand de hallen 2 en 4 van alle zijden kunnen worden aangevallen. Dit was ook nodig, omdat de voorschriften ervan uitgaan dat het blusbereik van de brandweer vanaf een gevellijn maximaal 20 m bedraagt.

Brandveiligheid gevel

De wbdbo-eis (weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag) van 60 minuten met (eventueel toekomstige) gebouwen op het aangrenzende perceel, resulteerde in een eis van 30 minuten brandwerendheid voor de gevel. De gevel is uitgevoerd met 150 mm gasbeton. Ook de staalconstructie die deze gevel steunt moest 30 minuten brandwerend zijn.

Om te voorkomen dat de (gehele) staalconstructie brandwerend moest worden bekleed, is een specifieke oplossing gevonden: de slimme nok. Het doel van deze nok is ervoor te zorgen dat een instortende dakconstructie van de gevelkolommen afkantelt en dat daardoor de gevel intact blijft. Hiertoe is op de kopse kant van de dakligger een T-profiel gelast dat zo'n 15 mm onder de ligger uitsteekt en als aanslag dient voor de kolom. Hierdoor worden de krachten bij windzuiging op de gevel overgedragen van de gevelkolommen naar het dakvlak. De krachten bij windzuiging op het dak worden via de dakligger overgedragen aan de gevelkolommen via een kopplaat die op de kop van de kolom is gelast. Winddruk op de gevel wordt via stuik van de bouten tegen de kopplaat naar de ligger en het dakvlak overgedragen.

Bij windzuiging op de gevel verzorgt het T-stuk de krachtsoverdracht van de gevelkolommen naar het dakvlak. Windzuiging op het dak wordt via een aan de kolom gelaste kopplaat met bouten overgedragen. De slobgaten in deze kopplaat zorgen ervoor dat de ligger bij brand van de kolom afkantelt. Bij dit kantelen komt het T-stuk 'vrij'.



Situatie van de vier bedrijfshallen van Mainparts Rijmond.

Uitkragende kolommen

In geval van brand gaat de ligger doorbuigen. Slobgaten in de kopplaat van de kolom zorgen er dan voor dat de ligger van de kolom kan afkantelen. Volgens een berekening met het computerprogramma Brawesta gebeurt dat na 15 minuten blootstelling aan de standaardbrand. Wanneer het dak van de gevelkolommen is afgekanteld, moet de gevel met de gevelkolommen als uitkragende constructie blijven staan. Hierbij is gerekend op 20% van de extreme windbelasting, hoewel dit formeel volgens het Bouwbesluit slechts is vereist voor onderdelen van de hoofdconstructie. Bij brand ontbreekt in dit geval de horizontale steun door het dak en zijn de gevelkolommen verzwakt van HEA 160 naar HEA 200.

Voor het inklemmen van de gevelkolommen in de fundering was geen grotere voetplaat vereist; wel zijn de ankers verzwakt van 4xM16 naar 4xM20. Meestal kunnen de kleine buigende momenten gemakkelijk in de fundering van de begane-grondvloer worden opgenomen. Maar omdat hier de vloer echter direct op zand is gestort, moest het moment in de betonnen randbalk worden opgenomen, waarvoor extra wapening is opgenomen. Ook is extra wapening in de palen en in de verbinding tussen randbalk en palen opgenomen. Bij de berekening van de uitkragende gevelkolommen bij brand is rekening gehouden met een scheefstand van de kolom van 300 mm (1:24). De overeenkomstige horizontale component van het gewicht van de gevel van gasbeton is in de berekening meegenomen, evenals 20% van de windbelasting, waarbij



Bouwbesluit

Volgens het Bouwbesluit resulteert de wdbdo-eis (weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag) van 60 minuten tussen gebouwen in een eis van 30 minuten brandwerendheid aan de gevel én aan de geveldragende staalconstructie wanneer er onvoldoende afstand tussen de gebouwen bestaat. De bepaling van de 'veilige' afstand tussen hallen is nu (nog) niet in een norm geregeld. Wel is er een richtlijn ontwikkeld, waarmee deze afstand kan worden bepaald⁴⁻⁶. De hiermee bepaalde afstand is echter een extreem veilige benadering en leidt tot afstanden tussen hallen van 35 tot 70 m. Deze situatie was aanleiding voor Bouwen met Staal (voorheen: Staalbouw Instituut) om TNO een

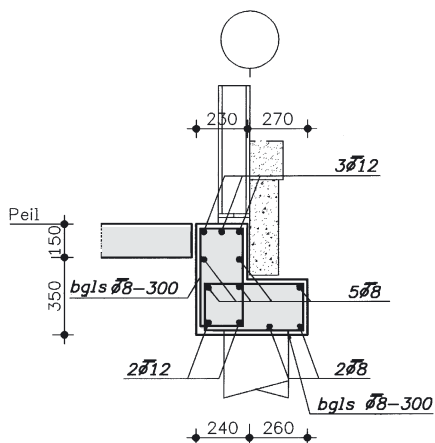
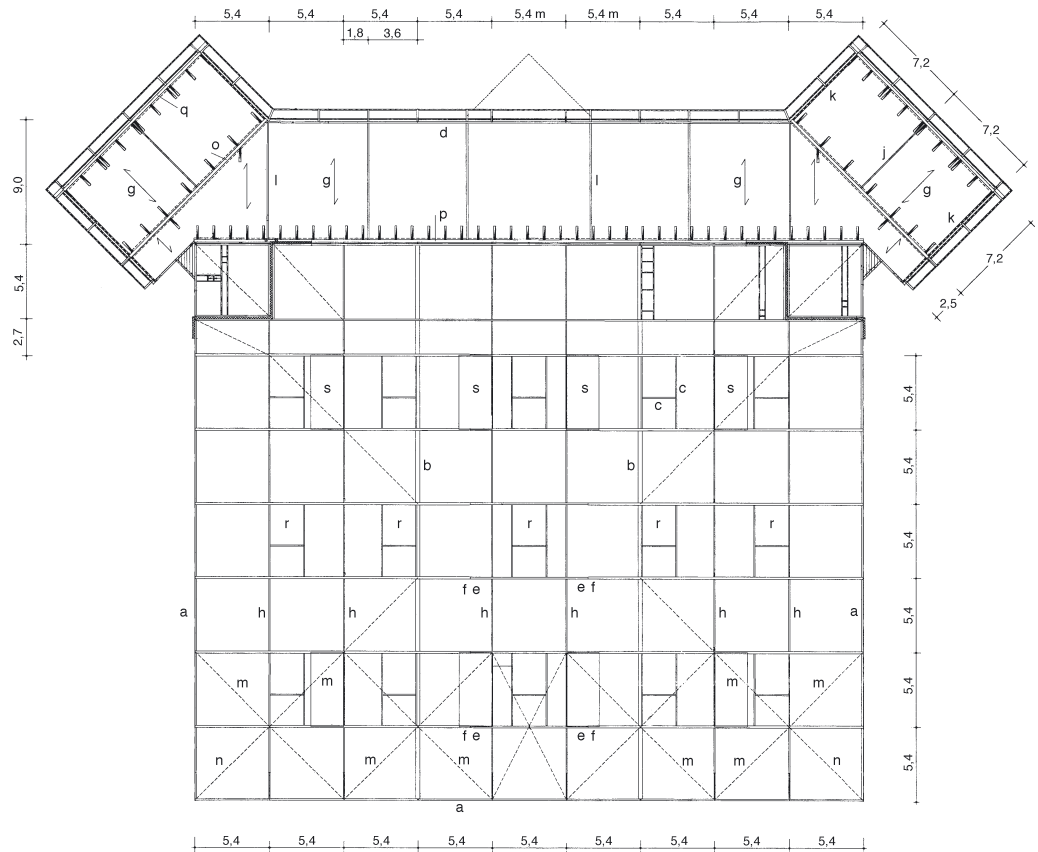
onderzoek te laten doen en een voorstel te maken voor een nieuwe bepalingsmethode. Uit deze nieuwe bepalingsmethode⁷ is de volgende vuistregel voor de veilige afstand afgeleid:

$$\alpha = 14 \text{ m} - \frac{1}{2} h$$

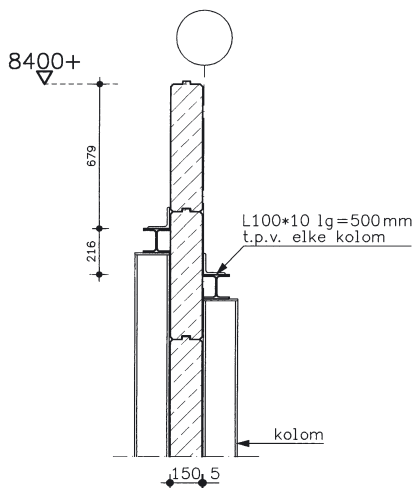
Hierin is h de hoogte van de hal in meters. Voor dit project met een hoogte $h \approx 8 \text{ m}$ betekent deze vuistregel een veilige afstand van 10 m. Omdat de afstand tot de perceelsgrens aan de meest kritieke zijde 5 m bedraagt, is de afstand tot de spiegelsymmetrische buurman 10 m; en dat is gelijk aan de veilige afstand. Met deze nieuwe inzichten zouden de getroffen voorzieningen aan de gevelconstructie overbodig zijn geweest.

Dakplan van hal 1 (1970 m²) met de tweelaagse kantorenstrook (980 m²).

- a HEA 120
- b HEA 300
- c IPE 140
- d IPE 240
- e IPE 270
- f IPE 330
- g kanaalplaat 200 mm
- h koker 80x80x3
- i koker 90x90x3,6
- j koker 100x100x4 (montage-staaf)
- k koker 120x120x4
- l koker 120x120x4 (montage-staaf)
- m L 60x60x6
- n L 70x70x7
- o THQ 200x5-190x15-400x10
- p THQ 200x5-190x15-300x10
- q UNP 260 + L120x120x11
- r rookluik
- s zelfdragende lichtstraat



Funderingsdetail. Om de gevelkolommen bij brand in de fundering te klemmen zijn de ankers verzaamd en zijn de funderingsbalken en palen zwaarder gewapend.



Detail ter plaatse van de brandwand tussen hal 1 en de hallen 2 en 4. De staalconstructie is dubbel uitgevoerd. De brandwand is aan beide zijden met smeltankers afgesteund op de stalen kolommen.

de windzuiging aan de binnenzijde slechts over de halve kolomhoogte is gerekend. De argumentatie daarbij is dat het ingestorte dak met de gebouwinhoud de gevel gedeeltelijk afschermt van de wind. Het optredende moment in de kolomvoet bedraagt dan 27 kNm met een belastingfactor $\gamma = 1,0$. Bij dit moment voldoet de gevelkolom aan de gestelde eis van 30 minuten brandwerendheid bij blootstelling aan een zogeheten gereduceerde standaardbrand. Deze brandkromme brengt het effect van afkoeling door de buitenlucht in rekening door de temperatuurstijging van de brand te beperken tot 659 °C. Deze brandkromme is beschreven in NEN 6069.

Literatuur

1. A.F. Hamerlinck, 'Hallen 30 minuten brandwerend met onbeschermd staal', *Bouwen met Staal* 146 (1999), p. 46-52.
2. V.M.J.M. van Gorp en H.J.P. van Stipdonk, 'Slimme nok', *Bouwen met Staal* 139 (1997), p. 40-41.

3. L.M.H. Vaessen, 'Slimme nok (2)', *Bouwen met Staal* 150 (1999), p. 20-21.
4. C.D.J. Cieraad, *Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van brand, Onderzoeksrapportage*, uitgave Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag 1995.
5. C.D.J. Cieraad, *Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van brand, Reken-/beslismodel*, uitgave Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag 1995.
6. A.F. Hamerlinck, F.P.H. Jakobs en J.T. Koudijs, 'Beheersbaarheid van brand bij hallen', *Bouwen met Staal* 150 (1999), p. 66-73.
7. E.W. Janse, P.H.E. van de Leur en G. van den Berg, *Brandoverslag bij industriehallen* (TNO-rapport 1999-CVB-R1919), TNO Bouw, Rijswijk 2000.

Projectgegevens

Locatie Shanonweg, Rotterdam (Botlek) • Opdracht Volker Stevin Ontwikkelingsmaatschappij • Architectuur en projectmanagement HD Projectrealisatie, Rotterdam • Constructief ontwerp Ingenieursburo Bartels, Utrecht • Uitvoering Boender en Maasdam, Nieuw Beijerland • Staalconstructie Zuid-Nederlandse Staalbouw, Fijnaart.