



**Instorten van het dak van de aanbouw van
het stadion van FC Twente, te Enschede**

**Instorten van het dak van de aanbouw van het
stadion van FC Twente, te Enschede**

7 juli 2011

Den Haag, juli 2012 (projectnummer M2011BD0707-01)

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad
www.onderzoeksraad.nl

DE ONDERZOEKSRAAD VOOR VEILIGHEID

In Nederland wordt er naar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen wettelijk verplicht onderzoek te doen.

| | | |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | Onderzoeksraad | |
| Voorzitter: | mr. T.H.J. Joustra mr. Annie Brouwer-Korf prof. dr. ing. F.J.H. Mertens prof. mr. dr. E.R. Muller* dr. ir. J.P. Visser | |
| Algemeen secretaris: | mr. M. Visser | |
| Projectleider: | ing. M.C.F. Konijn MSHE | |
| Bezoekadres: | Anna van Saksenlaan 50 2593 HT Den Haag | Postadres: Postbus 95404 2509 CK Den Haag |
| Telefoon: | +31 (0)70 333 7000 | Telefax: +31 (0)70 333 7077 |
| Internet: | www.onderzoeksraad.nl | |

* Vanwege betrokkenheid als directeur van COT, Instituut van Veiligheids- en Crisismanagement heeft de heer prof. mr. dr. E.R. Muller zich als raadslid van de Onderzoeksraad voor Veiligheid op grond van artikel 15 lid 2 aanhef en onder c van de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid onthouden van deelname aan de behandeling van het onderzoek naar het instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente.

INHOUD

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Beschouwing | 4 |
| Lijst van begrippen en afkortingen | 9 |
| 1. Inleiding | 10 |
| 1.1 Doelstelling onderzoek..... | 10 |
| 1.2 Andere onderzoeken | 10 |
| 1.3 Tussentijdse aanbeveling | 10 |
| 1.4 Aanpak onderzoek en afbakening | 11 |
| 1.5 Leeswijzer..... | 11 |
| 2. Feitelijke informatie | 12 |
| 2.1 Werkzaamheden kort voordat het dak instortte | 12 |
| 2.2 Gefaseerde bouw van het stadion van FC Twente | 14 |
| 2.3 Bouwproces van de uitbreiding | 17 |
| 2.4 Betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden..... | 19 |
| 2.5 Overlegstructuur uitbreiding De Grolsch Veste..... | 24 |
| 3. Analyse | 27 |
| 3.1 Directe oorzaken..... | 27 |
| 3.2 Niet stabiele staalconstructie in gebruik, gelijktijdig bouwen en afbouwen..... | 29 |
| 3.3 Belasting groter dan belastbaarheid, de constructie bezwijkt..... | 31 |
| 3.4 Hoe is omgegaan met de maatafwijkingen van de tribune | 36 |
| 3.5 Maatbeheersing niet adequaat | 37 |
| 3.6 Achterliggende oorzaken..... | 39 |
| 4. Conclusies | 43 |
| 5. Aanbevelingen | 46 |
| Bijlage 1: Onderzoeksverantwoording | 47 |
| Bijlage 2: Inzagereacties | 52 |
| Bijlage 3: Beoordelingskader | 64 |
| Bijlage 4: Planning uitbreiding De Grolsch Veste | 69 |
| Bijlage 5: Technische oorzaak van het instorten van het dak | 70 |
| Bijlage 6: Rapportages TNO | 86 |
| Bijlage 7: Foto uitbuigende spanten..... | 87 |
| Bijlage 8: Foto analyse schuiven van de gehele staalconstructie..... | 88 |
| Bijlage 9: Rapportage Fugro en Zonneveld ingenieurs..... | 101 |
| Bijlage 10: Tripoddiagram | 102 |

BESCHOUWING

Aanleiding

Op 7 juli 2011 is tijdens de bouw van de uitbreiding van het Grolsch Veste stadion het dak van deze aanbouw ingestort. Bij dit ongeval zijn twee werknemers overleden en negen werknemers gewond geraakt, waarvan enkele zeer ernstig. Het voorval kreeg veel aandacht, onder meer omdat voetbalstadions locaties zijn waar zeer grote aantallen mensen zich verzamelen. Zij gaan ervan uit dat hun veiligheid gewaarborgd is. Ten tijde van het voorval deed de Onderzoeksraad al onderzoek naar de instorting van een gedeelte van een verdiepingsvloer van een in aanbouw zijnde woon/winkeltoren, de B-Tower te Rotterdam, op 21 oktober 2010. De Onderzoeksraad stelde bij de eerste verkenning van het voorval bij het Grolsch Veste stadion parallellen vast tussen dit voorval en de B-Tower.

Het instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente

FC Twente wilde de stadioncapaciteit vergroten door de in 2008 gerealiseerde L- uitbreiding verder uit te bouwen tot een U- vorm. FC Twente trad hierbij op als opdrachtgever en heeft een speciaal hiervoor gevormde aannemersgroep, verder 'de hoofdaannemer' genoemd, de opdracht verstrekt voor de uitvoering van de bouwwerkzaamheden, op basis van het reeds eerder toegepaste ontwerp. FC Twente schakelde ter ondersteuning van haar opdrachtgevende rol een bedrijf in dat optrad als gedelegeerd opdrachtgever. De hoofdaannemer besteedde werk uit en schakelde onderaannemers in voor de bouw (in beton) van de tribune en voor de bouw van de dakconstructie (staalbouw). De met de uitvoering belaste onderaannemers waren ook degenen die in 2008 de werkzaamheden hebben uitgevoerd.

In februari 2011 startten de bouwwerkzaamheden van de uitbreiding. Op de dag van het voorval was de uitbreiding van het stadion vergevorderd. Op dat moment werd door werknemers op verschillende plaatsen op, aan en onder het dak gewerkt. Deze werknemers zijn het slachtoffer geworden van de instorting van de dakconstructie.

De stalen dakconstructie was nog volop in aanbouw en daardoor nog niet uit zichzelf stabiel, terwijl er al wel volop aan de verdere afbouw werd gewerkt. De staalconstructie werd niet eerst volledig opgebouwd, waardoor een stabiel bouwwerk zou zijn ontstaan, maar de nog onvolledige dakconstructie werd alvast verder afgebouwd en daardoor belast. De volgtijdelijkheid van het bouwproces ging hier over in gelijktijdigheid.

Uit het onderzoek is gebleken dat meerdere factoren de oorzaak waren van de onvoldoende stabiliteit van de dakconstructie, waardoor deze kon instorten. Belangrijkste factor bleek dat essentiële koppelluizen aan de achterzijde van de spanten en stabiliteitsverbanden in de dakconstructie ontbraken. Bij het monteren van de dakspanten werd gebruikt gemaakt van staaldraadkabels als tijdelijke stabiliserende voorzieningen. Op de dag van het voorval is de laatste stabiliserende kabel verwijderd. Bovendien werd de dakconstructie al extra belast door een videowall, hangbruggen, stapels dakplaten en aanwezige werknemers. De constructie bleek verder extra belast te zijn door maatafwijkingen tussen de betonnen tribunespanten, de fundering van de staalconstructie en de staalconstructie. Deze maatafwijkingen in combinatie met onvoldoende stelmogelijkheden leidden ertoe dat onderdelen van de dakconstructie alleen met vervormende kracht geplaatst konden worden. Door die vervorming ontstond extra spanning, die een verminderde belastbaarheid tot gevolg had.

De combinatie van aanwezige spanningen in de constructie door het eigen gewicht; afwijkingen in de beoogde maatvoering; de al aanwezige belasting en het ontbreken van de stabiliserende voorzieningen hebben ertoe geleid dat één van de spanten onder de optredende krachten kon bezwijken. Dit leidde tot de totale instorting. Het is evident dat er gedurende het bouwproces onvolkomenheden waren in het beheersen van de constructieve veiligheid van het bouwwerk: het bouwproject was in een situatie terecht gekomen waarbij er gewerkt werd op en onder een dakconstructie die onvoldoende stabiel bleek te zijn. Uit het onderzoek is gebleken dat:

- de coördinatie en controle op de bouwwerkzaamheden ontoereikend was,
- taken en zodoende verantwoordelijkheden in het bouwproces of niet waren belegd of niet werden ingevuld,
- besluiten niet op het juiste niveau in de organisatie werden genomen.

Coördinatie en controle van de bouwwerkzaamheden

De wet bepaalt, dat de opdrachtgever afspraken moet maken én er op moet toezien dat de hoofdaannemer de bouwwerkzaamheden veilig en ordentelijk uitvoert. De coördinatie- en controleverplichting voor het gehele werk, met betrekking tot de uitvoering, was een verantwoordelijkheid van de hoofdaannemer. Uit het onderzoek bleek dat de hoofdaannemer de volgorde waarin en de wijze waarop de dakconstructie werd gemonteerd niet controleerde. Problemen werden op uitvoeringsniveau opgelost tussen de onderaannemers. De door FC Twente aangestelde bouwinspecteurs inspecteerden of de uitbreiding na volledige realisatie zou voldoen aan de eisen van de opdrachtgever. Zij inspecteerden niet hoe er gebouwd werd en of dit veilig gebeurde.

Besluitvorming ten aanzien van de bouwwerkzaamheden

Het ontbrak tijdens de bouw van de dakconstructie aan een duidelijke markering van overdrachtsmomenten wanneer én waarbij op het juiste niveau werd besloten of de volgende fase van de bouw kon ingaan. De staalbouwer was nog niet klaar met de bouw van de staalconstructie van het dak. Desondanks nam de hoofdaannemer de constructie al in gebruik en gaf onder- en nevenaannemers opdracht om met de afbouw te beginnen. De consequenties ten aanzien van de constructieve veiligheid waren hierbij voor geen van de betrokken partijen een afzonderlijk punt van aandacht.

Invulling geven aan verantwoordelijkheden

In het project Grolsch Veste waren voor de constructieve veiligheid relevante verantwoordelijkheden vastgelegd in overeenkomsten tussen de bouwende partijen, waar ook het 'deelbestek constructie' deel van uit maakte. Echter, aan deze verantwoordelijkheden werd beperkt invulling gegeven. Zo is in de voorbereidingsfase het ontwerp niet beoordeeld op uitvoerbaarheid en heeft geen van de betrokken partijen een sterkteberekening van de dakconstructie-in-opbouw gemaakt. Hierdoor was de mate van stabiliteit gedurende het verloop van het bouwproces niet bekend en dientengevolge ook de noodzakelijke randvoorwaarden voor de montage niet.

In het contract met de staalbouwer heeft de hoofdaannemer toegezegd zorg te dragen voor de juiste maatvoering van de tribune en deze ook te controleren. De verantwoordelijkheid voor de borging van deze afspraak is echter door geen van beide partijen expliciet bij een medewerker belegd. De hoofdaannemer heeft geen meetgegevens vastgelegd en de staalbouwer is gestart met de bouw van de staalconstructie zonder de maatvoering van de tribune te controleren.

Vervolgens had de staalbouwer in de overeenkomst met de hoofdaannemer toegezegd te monteren volgens de geldende norm.¹ Het montageplan van de staalbouwer zoals dat door de hoofdaannemer is geaccepteerd, voldeed echter niet aan die norm. Zo ging het niet in op de sterkte van tussenfasen van de in aanbouw zijnde dakconstructie en ging het niet in op de onderdelen die kritisch waren voor de stabiliteit. Het montageplan heeft dan ook niet kunnen voorkomen dat in de uitvoeringsfase onderdelen werden weggelaten die belangrijk waren voor de stabiliteit en al met de afbouw werd begonnen voordat de dakconstructie uit zichzelf stabiel was.

De overeenkomsten die voor het project Grolsch Veste zijn gesloten, werden niet gebruikt om vanaf de start van de werkzaamheden een eenduidig kader te scheppen waarbij voor alle partijen duidelijk was wat van hen en wat van de andere partijen verwacht mocht worden. Uit het onderzoek blijkt dat partijen met elkaar samenwerkten op basis van vertrouwen in elkaars vakmanschap zonder dat daarbij de benodigde randvoorwaarden waren vastgesteld of werden gecontroleerd. Dit werd bovendien ingegeven doordat de betrokken partijen in dit bouwproject soortgelijke werkzaamheden al eerder samen hadden uitgevoerd bij de eerste uitbreiding van het stadion in 2008. Uiteindelijk heeft dit geleid tot een situatie waarin niet werd toegezien op de invulling van een aantal verantwoordelijkheden die consequenties hadden voor de constructieve veiligheid tijdens de bouw.

1 NEN-ENV 1090-1:97

De planning ingehaald door de tijd

Vanaf de start week de (definitieve) planning van de hoofdaannemer, vastgesteld op 31 maart 2011, af van de planning van de staalbouwer. De montage van de staalconstructie zou oorspronkelijk starten op maandag 23 mei 2011. Door vertraging in de betonbouw startte de staalbouwer pas één week later. Het is daarnaast opmerkelijk dat de staalbouwer volgens de planning van de hoofdaannemer de spanten in twee weken zou plaatsen, terwijl de staalbouwer in zijn eigen planning voor deze werkzaamheden uitgegaan is van zes weken. De (af)bouwwerkzaamheden zouden volgens de planning in een bepaalde volgorde verlopen. De twee trappenhuizen moesten klaar zijn op het moment dat de staalbouwer zou beginnen met de montage van de spanten op het rechte stuk. De trappenhuizen waren op dat moment echter nog niet klaar. Desondanks werd de montage van het dak voortgezet. De hoofdaannemer hield ook aan zijn planning voor de afbouw vast, zodat de noodzakelijke items op 2 augustus 'voetbalgereed' zouden zijn. Deze noodzakelijke items betroffen onder meer de trappenhuizen, stoelen en het dak.²

De planning van de bouw van de uitbreiding werd afgestemd op de gewenste ingebruikname van het stadion in verband met het wedstrijdschema en trainingen van FC Twente. Door de voetbal-successen van FC Twente en de daarop volgende nieuwe wedstrijdschema's werd de oorspronkelijke opleverdatum 12 augustus vervroegd naar 26 juli 2011.

Om het stadion 'voetbalgereed' te laten zijn, hoefde het stadion niet helemaal af te zijn. De planning voorzag daar ook in, maar er waren wel onderdelen die een verplicht karakter hadden. Onder meer op grond van eisen die voor Europees voetbal gelden.

In de aannemingsovereenkomst zoals als die op 23 juni 2011 getekend is door de opdrachtgever en drie vertegenwoordigers van de bouwcombinatie, is een 'voetbalgereedlijst' opgenomen. In deze 'voetbalgereedlijst', met een actuele stand van zaken op 17 juni 2011, zijn de verschillende delen van de uitbreiding gekwalificeerd als 'haalbaar', 'kritisch' en 'onhaalbaar'. Omdat de trappenhuizen nog niet waren afgebouwd en de staalbouwer nog niet klaar was, liet de hoofdaannemer de oorspronkelijke 'volgordelijkheid' van planning los. Vanaf dit moment werden verschillende (af-) bouwwerkzaamheden gelijktijdig uitgevoerd in plaats van *na* elkaar (volgtijdelijk). Gebleken is dat de hoofdaannemer daarbij niet heeft beoordeeld of deze wijziging gevolgen had voor de veiligheid van de werknemers bij de uitvoering van de werkzaamheden.

Parallellen met het voorval bij de B-Tower in 2010

Net als bij het Grolsch Veste-incident was ook bij de instorting van een gedeelte van een verdiepingsvloer van de in aanbouw zijnde B-Tower te Rotterdam de beheersing van constructieve veiligheid gedurende de bouwfase in het geding. In beide gevallen ontbraken voor de stabiliteit essentiële onderdelen in de constructie. Uit het onderzoek bij de B-Tower volgde dat drie factoren zijn aan te geven, die verklaren waarom de ondersteuningsconstructie incompleet is opgebouwd en vervolgens toch in gebruik is genomen. Die factoren zijn: het ontbreken van gezamenlijke veiligheidsaanpak (1), ontoereikende coördinatie en controle (2) en een diffuse verantwoordelijkheidsverdeling (3).

Zoals eerder aangegeven hebben de volgende achterliggende factoren ook bij de instorting van de dakconstructie van De Grolsch Veste een grote rol gespeeld: ontoereikende coördinatie en controle; het ontbreken van een sluitende taakverdeling en de daarbij behorende verantwoordelijkheid en het ontbreken van de gezamenlijke veiligheidsaanpak.

Opdrachtgevers in de bouw sturen veelal op functionaliteit van het te realiseren bouwwerk, op kosten en op doorlooptijd.³ De borging van de veiligheid op de bouwplaats laat de opdrachtgever in handen liggen van de hoofdaannemer, enerzijds in zijn rol als opdrachtnemer en anderzijds als opdrachtgever van de verschillende partijen op een bouwplaats.

2 Notitie voetbalgereed onderdeel van de aannemingsovereenkomst FC Twente Bouwcombinatie, 23 juni 2011.

3 Pilot-onderzoek Borging constructieve veiligheid in bouwprocessen (K+V in opdracht van VROM-Inspectie, 2007)

Echter, de bouwende partijen staan onder druk van de markt om zo efficiënt mogelijk te werken en de kosten zo laag mogelijk te houden. Instrumenten om risico's in kaart brengen en te beheersen worden daardoor vaak als een administratieve verplichting gezien in plaats van een middel om de veiligheid echt te beheersen. In deze omstandigheden is het niet verwonderlijk dat er onveilige situaties op de bouwplaats ontstaan.

Zo komt de Onderzoeksraad, net zoals bij de B-Tower, opnieuw tot de conclusie dat in de bouw de ontwikkeling naar een hoger veiligheidsbesef en groter verantwoordelijkheidsgevoel noodzakelijk is. Voor de borging van veiligheid is het van groot belang dat er een heldere en werkbare structuur van taken en verantwoordelijkheden aanwezig is en dat de opdrachtgevende en bouwende partijen de samenhang van alle werkzaamheden in het oog houden.

Naar aanleiding van het rapport B-Tower hebben de staatssecretaris van SZW en de minister van BZK in hun reactie aan de voorzitter van de Tweede Kamer laten weten dat zij de bevindingen en conclusies van de Onderzoeksraad delen:

".....Tot slot: De conclusies van de Onderzoeksraad over de genomen en te nemen verantwoordelijkheden in de bouwsector worden door ons herkend. Aangegeven is hoe partijen met name op het terrein van het veiligheidsbewustzijn en bouwkwiteit worden aangespoord tot verbetering".⁴

De Raad roept de betrokken en verantwoordelijke partijen, zoals opdrachtgevers, opdrachtnemers en branchevertegenwoordigers van de sector op om daadkracht te tonen in het nemen van verantwoordelijkheid voor een veilige werkplek.

4 Notitie 16 mei 2012 P. de Krom aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal G&VW/VW/20912/6053

AANBEVELINGEN

De Raad richt aanbevelingen aan de opdrachtgever, hoofdaannemer, de staalbouwer en de brancheorganisatie.

Aan de opdrachtgever FC Twente en de gedelegeerd opdrachtgever The Stadium Consultancy:

1. Breng bij toekomstige werkzaamheden vooraf in kaart onder welke omstandigheden alle partijen de geplande werkzaamheden realistisch kunnen uitvoeren.
2. Zie bij werkzaamheden als opdrachtgever erop toe dat alle afspraken met betrekking tot veiligheid ook daadwerkelijk belegd zijn en gehandhaafd worden.

Aan Te Pas Bouw, Dura Vermeer, Trebbe en Voortman Staalbouw:

Omdat de Bouwcombinatie een gelegenheidscombinatie was voor dit project, richt de Onderzoeksraad de aanbeveling direct aan de bij het voorval betrokken partijen.

3. Laat de Onderzoeksraad weten welke zwakke plekken er bij samenwerking in het bouwproces zijn, waardoor de veiligheid in geding komt. Geef concreet invulling aan de verantwoordelijkheid als aannemer bij het oplossen van deze zwakke plekken:
 - a. Schep de randvoorwaarden waarbinnen partijen en werknemers op de bouwplaats tijdens elke fase van het bouwproces op een veilige manier een bouwwerk realiseren;
 - b. Benoem de verantwoordelijkheden en beleg deze op een eenduidige en voor iedereen inzichtelijke wijze tussen de uitvoerende partijen in een bouwproces.
 - c. Organiseer een systematische en sluitende overdracht tussen de partijen binnen een project. Borg hierbij dat iedere partij zichtbaar verantwoording aflegt over de door hem uitgevoerde activiteiten.

Aan de brancheorganisatie Bouwend Nederland:

4. Neem het initiatief in de vorm van een actieplan in het organiseren en expliciteren van de wijze waarop de taken worden toebedeeld tussen de uitvoerende partijen in een bouwproces. Neem hierbij naast de verbetervoorstellen uit eerdere onderzoeken naar constructieve veiligheid ook de bestaande kennis en expertise verwoord in de gedragscode constructieve veiligheid van de Vereniging van Nederlandse Projectontwikkeling Maatschappijen (NEPROM) mee.
5. Neem het initiatief om de niet bij de brancheorganisatie aangesloten leden toch in dit verbeterproces te betrekken.



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter van de Onderzoeksraad



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

| | |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bestek | De omschrijving van het uit te voeren bouwwerk, inclusief de administratieve, juridische en technische bepalingen, materiaalkeuzes en uitvoeringsvoorwaarden. |
| Console | Een uitkragend constructiedeel aan de kolom dat het dak ondersteunt. |
| Constructieve veiligheid | Het afwezig zijn van gevaar met betrekking tot stabiliteit, sterkte en bruikbaarheid van een gebouw. ⁵ |
| Directievoerder | De directie(voerder) oefent toezicht uit op de uitvoering van het werk en de naleving van de gesloten overeenkomst. |
| Gordingen | Een ligger in de lengterichting van het dak. |
| Grout | Een mengsel van cement en water, eventueel gemengd met toeslagmateriaal en hulpstoffen. |
| Hangbrug | Verplaatsbare, permanente voorziening bedoeld voor (onderhouds) werkzaamheden onder de onderkant van het dak. |
| Hoofddraagconstructie | Hoofddraagconstructie als bedoeld in NEN 6702. ⁶ |
| Inspectie | Een hulpmiddel om toezicht uit te oefenen op de naleving van gestelde voorschriften, bepalingen en/of voorwaarden. |
| Kettingtakel | Gereedschap voor hijsen, trekken en spannen (kleine capaciteit in vergelijking tot een Tirfor staaldraadtakel). |
| Oplegging | Steunpunt, daar waar de constructie of een constructiedeel wordt vastgemaakt aan de tribune. |
| Schoren | Diagonale elementen in een constructie. |
| Spant | De drager van een (dak)constructie. |
| Stabiliteitsverband | Een stabiliserende diagonale verbinding tussen twee onderdelen van een constructie. |
| Tirfor staaldraadtakel | Gereedschap voor hijsen, trekken en spannen (grote capaciteit in vergelijking tot een kettingtakel). |
| Toezicht | Het verzamelen van informatie over de vraag of een handeling of zaak voldoet aan de daaraan gestelde eisen, het zich daarna vormen van een oordeel daarover en het eventueel naar aanleiding daarvan interveniëren. |
| Vof | Vennootschap onder firma. |
| Windverband | Een diagonale verbinding tussen twee onderdelen van een constructie die windbelasting opvangt. |

5 VROM-Inspectie, Borging van de constructieve veiligheid in 15 bouwprojecten, november 2008.

6 Bouwbesluit 2003, artikel 1.1, lid 2.

1 INLEIDING

Op 7 juli 2011 rond 12.00 uur is tijdens de bouw het dak ingestort van de uitbreiding van De Grolsch Veste, het stadion van FC Twente in Enschede. Bij dit ongeval zijn twaalf medewerkers van grote hoogte naar beneden gevallen. Twee werknemers zijn overleden en negen gewond geraakt, waarvan enkele zeer ernstig. Eén medewerker had geen lichamelijk letsel. Directe aanleiding een onderzoek te starten, was de aard van de instorting en het gegeven dat zoveel werknemers in een risicovolle positie verkeerden.

Aangezien het dak tijdens de bouwfase is ingestort, was de veiligheid tijdens de bouwfase in het geding. Daarom heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid besloten dit ongeval verder te onderzoeken. De Onderzoeksraad zag ook meteen gelijkenissen met het ongeluk in de B-Tower in Rotterdam op 21 oktober 2010. Hierbij stortte een etagevloer in van de aanbouw naast de Bijenkorf. Uit onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat de vloer van de B-Tower kon instorten, doordat diverse stabiliserende schoren van de tijdelijke ondersteuningsconstructie van die betonvloer ontbraken.

Zowel bij de B-Tower als bij De Grolsch Veste startte de instorting, doordat de constructie waarmee en waarop gewerkt werd, het begaf. Vanwege de parallellen tussen deze twee voorvallen vraagt de Onderzoeksraad zich af of de branche voldoende aandacht heeft voor constructieve veiligheid tijdens het bouwproces. Dit rapport gaat hier uitgebreid op in.

1.1 DOELSTELLING ONDERZOEK

De onderzoeken van de Onderzoeksraad hebben tot doel toekomstige voorvallen te voorkomen of de gevolgen daarvan te beperken. De Onderzoeksraad heeft de taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken van individuele of categorieën voorvallen zijn en hoe groot de omvang van de gevolgen is en daaraan zo nodig aanbevelingen te verbinden.

Met dit onderzoek specifiek wil de Onderzoeksraad achterhalen in hoeverre de constructieve veiligheid tijdens de bouw van de uitbreiding van De Grolsch Veste voldoende is geborgd. Hiervoor moeten de volgende onderzoeksvragen worden beantwoord:

- Waarom is het dak ingestort?
- Welke maatregelen hadden de betrokken partijen getroffen om te voorkomen dat het dak zou instorten?
- Ontbraken er maatregelen die het instorten van het dak hadden kunnen voorkomen?

1.2 ANDERE ONDERZOEKEN

Er loopt nog één ander onderzoek naar hetzelfde voorval. Het Openbaar Ministerie heeft met de politie en de Arbeidsinspectie (tegenwoordig Inspectie SZW) een strafrechtelijk onderzoek ingesteld naar het ongeval. Dit onderzoek is nog niet afgerond.

1.3 TUSSENTIJDSE AANBEVELING

Op de dag van het ongeval hebben onderzoekers van de Onderzoeksraad tijdens veldwerk in het stadion geconstateerd dat de primaire draagconstructie van het dak niet gereed was. Er ontbraken verschillende onderdelen die voor de stabiliteit essentieel waren (zoals koppelbuizen⁷, schoren en stabiliteitsverbanden).

7 De branche gebruikt de begrippen koppelstaven en koppelbuizen. Omdat deze onderdelen van buizen zijn gemaakt, wordt in dit rapport verder gesproken over buizen.

Daarnaast was de verankering van de staalspanten aan de achterzijde van de tribune niet volledig gestabiliseerd. Dit kwam doordat de aansluitingen van de spanten op het beton nog niet waren aangegoten. Bij een opwaartse kracht kan dit de stabiliteit beïnvloeden.

De voorzitter van FC Twente heeft op 10 augustus 2011 in een interview met de NOS⁸ gezegd dat FC Twente het dak zo snel mogelijk wilde herbouwen. In reactie hierop heeft de Onderzoeksraad op 17 augustus 2011 de volgende tussentijdse aanbeveling gedaan:

De Onderzoeksraad dringt er bij de opdrachtgever en opdrachtnemer van de herbouw van de overkapping van De Grolsch Veste op aan om de stabiliteit en sterkte van de constructie te borgen tijdens alle fases van de opbouw en werkzaamheden op, onder of aan de constructie alleen dan toe te staan wanneer de stabiliteit gegarandeerd is en blijft.

Nadat het ingestorte dak was opgeruimd, is de hoofdaannemer eind augustus 2011 gestart met de herbouw van het dak van de uitbreiding. Op 26 oktober 2011 werd het stadion voor het eerst volledig gebruikt.

1.4 AANPAK ONDERZOEK EN AFBAKENING

De Onderzoeksraad heeft voor het onderzoek een begeleidingscommissie ingesteld. De leden staan vermeld in de onderzoeksverantwoording die te vinden is in bijlage 1.

1.5 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 geeft feitelijke informatie die gebruikt is bij de analyse in hoofdstuk 3. De analyse geeft antwoord op de onderzoeksvragen zoals weergegeven in paragraaf 1.1. Direct na de analyse volgen in hoofdstuk 4 en 5 respectievelijk de conclusies en de aanbevelingen. Achtergrondinformatie is bijeengebracht in de bijlagen bij dit rapport.

2 FEITELIJKE INFORMATIE

In dit hoofdstuk staan de feiten over het voorval bij het stadion van FC Twente, De Grolsch Veste. In paragraaf 2.1 staan de werkzaamheden beschreven kort voor het instorten van het dak. In paragraaf 2.2 is de constructie van De Grolsch Veste weergegeven, waarna vervolgens in paragraaf 2.3 een omschrijving staat van het bouwproces van de uitbreiding van dit stadion. Paragraaf 2.4 gaat in op de betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden voor constructieve veiligheid tijdens de bouw. Tot slot in paragraaf 2.5 meer informatie over de overlegstructuur van de betrokken partijen.

2.1 WERKZAAMHEDEN KORT VOORDAT HET DAK INSTORTTE

Op de dag van het voorval (7 juli 2011) was de uitbreiding van het stadion in een vergevorderd stadium. Toen het dak instortte, waren op de bouwplaats tientallen mensen aan het werk. De meeste van deze werknemers hebben geen lichamelijk letsel opgelopen. Deze werknemers werkten onder andere aan de volgende onderdelen:

- Met behulp van een kraan werd een trappenhuis aan de buitenkant van de tribune opgebouwd.
- In het tribunegebouw werden de skyboxen afgewerkt.
- Delen van het terrein werden ingericht.
- Op de tribune waren twee vakantiewerkers en een stagiair van FC Twente stoeltjes aan het plaatsen.

Medewerkers die aan het dak werkten

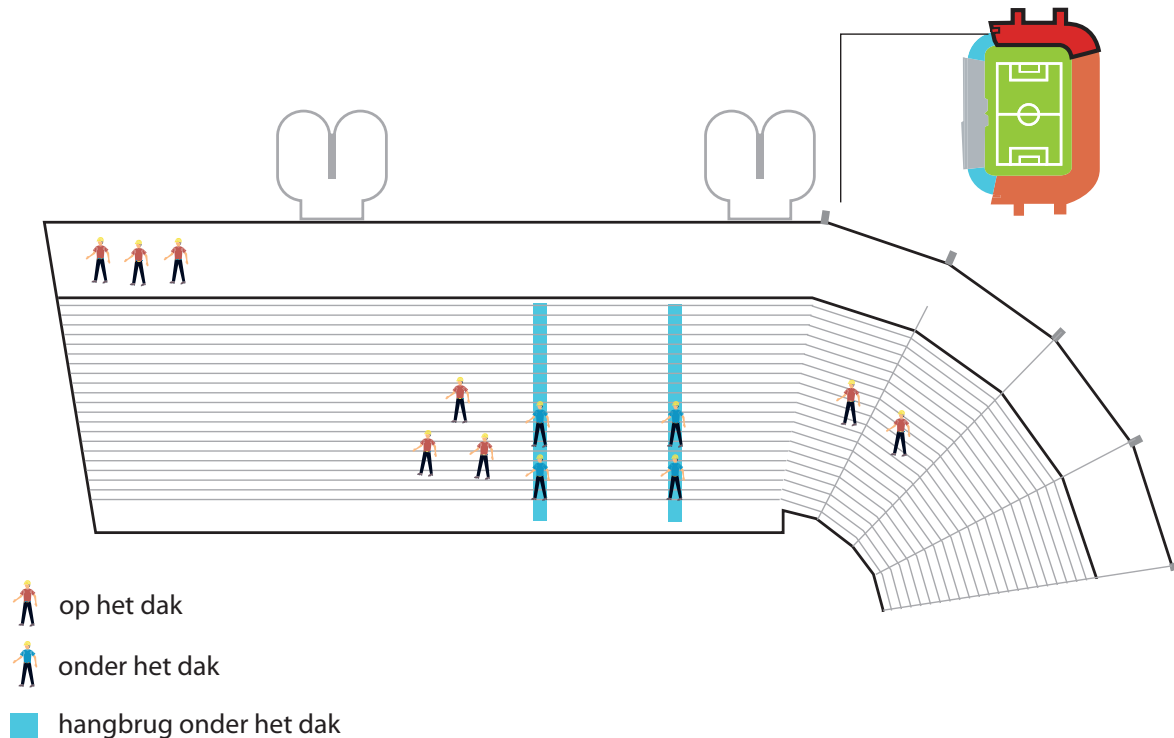
Veertien werknemers werkten op het moment van instorten op of aan het dak. Twaalf van hen zijn met de dakconstructie mee naar beneden gevallen. De andere twee hebben zichzelf in veiligheid gebracht door weg te rennen over het deel van het dak dat niet is ingestort. Twee van de twaalf werknemers zijn overleden en negen zijn er gewond geraakt waarvan enkele zeer ernstig. Eén medewerker had geen lichamelijke letsel na de val.



Figuur 1: Bovenaanzicht van het ingestorte dak⁹

Positie van werknemers

De veertien werknemers werkten op verschillende plaatsen op en aan het dak (zie figuur 2). Van de twaalf werknemers die op het dak stonden of eraan hingen, zijn er tien met het dak naar beneden gevallen. Acht werknemers stonden op het dak; vier werknemers werkten in hangbruggen¹⁰ aan de onderkant van het dak. Twee van de acht medewerkers op het dak hebben zichzelf in veiligheid gebracht door weg te rennen over het deel van het dak dat niet is ingestort. Naast deze twaalf medewerkers werkten ook twee medewerkers onder het dak vanuit een hoogwerker. Het dak heeft deze hoogwerker meegesleurd in de val.



Figuur 2: De positie van de werknemers op en aan het dak

De twaalf mensen aangegeven in figuur 2 werkten aan verschillende onderdelen. Vanaf de bocht naar het einde van het dak waren dat de volgende werkzaamheden:

- In de bocht werkten twee dakdekkers op het dak. Zij maakten de naden tussen de dakplaten dicht. Doordat dit deel van het dak niet is bezweken, zijn deze dakdekkers niet naar beneden gevallen.
- Tot op een derde deel van het rechte stuk na de bocht zaten er, net als in de bocht, dakplaten. Onder dit deel hingen op het moment van instorten vier hangbruggen in sets van twee aan elkaar gekoppeld. In elke gekoppelde set waren twee werknemers aan het werk. In één hangbrug bevonden zich twee installateurs van een montagebedrijf. Zij monteerden kabelgoten voor de bedrading van de elektrotechnische installatie onder het dak. In de tweede hangbrug, vanaf het voetbalveld gezien rechts van de eerste hangbrug, bevonden zich twee werknemers van een loodgietersbedrijf. Zij installeerden de regenwaterafvoer.
- Op het middendeel van het rechte stuk van het dak bevonden zich drie werknemers van een ander bedrijf. Zij bevestigden dakplaten op de gordingen.
- Op het derde en laatste deel van het rechte stuk van het dak werkten drie monteurs van het staalconstructiebedrijf. Zij monteerden de stabiliteitsverbanden tussen de staalspanten aan de achterzijde aan de linkerkant van het dak.

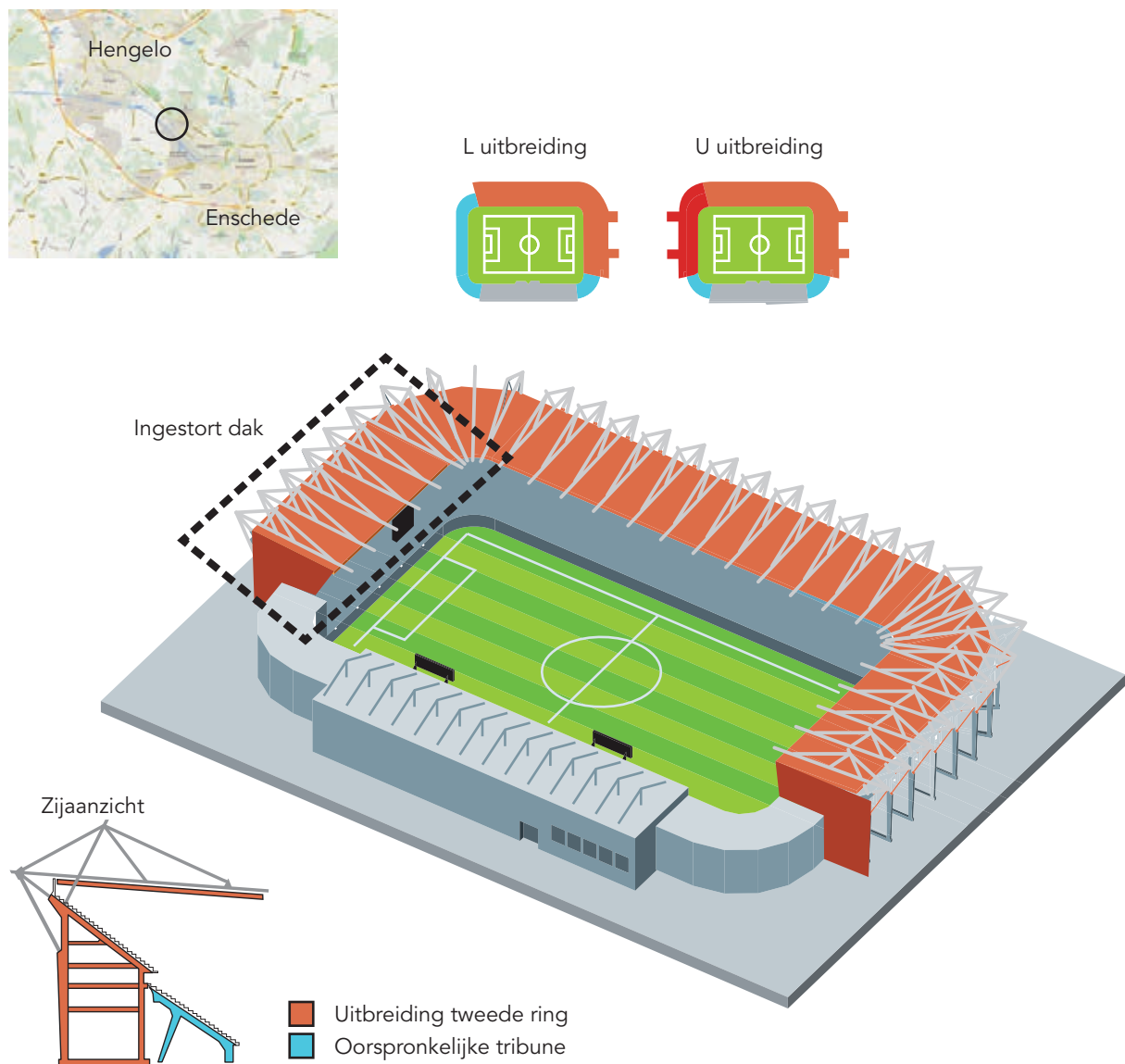
10 De hangbruggen zijn verplaatsbaar en zijn onder het dak bevestigd. Ze hangen loodrecht ten opzichte van het veld. Het is een permanente voorziening bedoeld voor (onderhouds)werkzaamheden aan de onderkant van het dak.

2.2 GEFASEERDE BOUW VAN HET STADION VAN FC TWENTE

Het stadion van FC Twente in Enschede is in verschillende fasen steeds verder uitgebreid. In 1998 is de zogenoemde eerste ring van het stadion geopend op de huidige locatie. Vervolgens is het stadion in twee fasen uitgebreid met een tweede ring. Beide uitbreidingen bestaan uit een tribune van beton op een fundatie van palen met daarop een stalen dak.

In april 2007 startte de eerste fase van de uitbreiding. In die fase werd achter één lange en één korte zijde een tweede ring aangebracht, met daarboven een dak met ingebouwde veldverlichting. Vanwege de vorm wordt dit de L-uitbreiding genoemd. De bezoekerscapaciteit van het stadion nam hierbij toe van 13.250 naar 24.000 zitplaatsen. FC Twente nam het uitgebreide stadion, met als nieuwe naam 'De Grolsch Veste', in september 2008 in gebruik.

In 2011 startte de tweede fase van de uitbreiding. Dit was een voorzetting van het ontwerp van de L-uitbreiding. Hierbij werd de tweede korte zijde uitgebreid met een tweede ring: de zogenoemde U-uitbreiding. Met de U-uitbreiding van het stadion neemt de totale capaciteit toe naar 30.014 zitplaatsen.



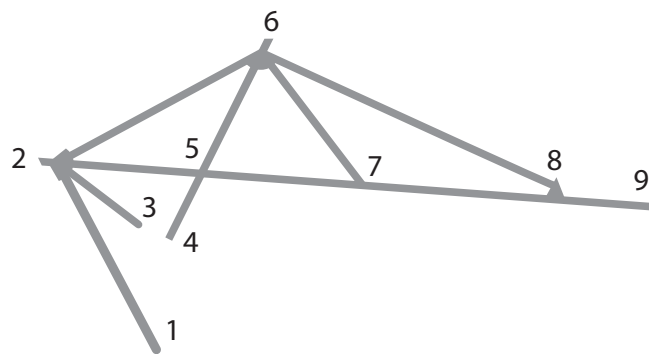
Figuur 3: De Grolsch Veste, L- en U-uitbreiding

Betonconstructie van de tribune

Onder de tribune bevinden zich verschillende ruimten. De tribuneconstructie bestaat uit betonnen spanten, die zijn opgebouwd uit geprefabriceerde (prefab) betonelementen. Daartussen zitten stalen liggers en betonnen vloeren. De geprefabriceerde onderdelen van de tribune zijn aan elkaar verbonden met zogenoemde stekverbindingen. Bij een stekverbinding steken een of meerdere wapeningsstaven uit het ene geprefabriceerde onderdeel in een opening in een ander geprefabriceerd onderdeel. Nadat de onderdelen zijn gepositioneerd, wordt de ruimte tussen de opening en de wapeningsstaaf gevuld met grout.¹¹ Op die manier verkrijgt de verbinding de benodigde sterkte.

Verbinding tribune en dak met opleggingen

De elf staalspanten van de dakconstructie van de U-uitbreiding zijn op drie plaatsen (punt 1, 3 en 4 in figuur 4 rechts) met de tribune verbonden door middel van zogeheten scharnierende opleggingen (zie figuur 4 links); dit zijn de bevestigingsplaten van de staalspanten.



Figuur 4: Scharnierende oplegging¹²

Eén oplegging is bevestigd aan de veldzijde (punt 4) van de tribune en staat op het betonnen spantbeen. De andere twee opleggingen bevinden zich onder elkaar (punt 1 en 3), recht onder het staalspant, aan de buitenkant van de tribune. Deze twee opleggingen worden beide op een betonnen console gemonteerd.

In de voetplaten van de opleggingen zitten boutgaten. Door deze gaten worden bouten of draadeinden gestoken die in ankers in de prefab betonelementen van de tribune worden gedraaid. Door moeren op de bouten of draadeinden te draaien worden de opleggingen aan de tribune bevestigd. Met een pen wordt de dakconstructie aan de oplegging bevestigd (figuur 4 links).

Staalconstructie van het dak

De dakconstructie bestaat uit:

- een primaire draagconstructie;
- een secundaire draagconstructie;
- overige onderdelen.

Primaire draagconstructie

Tot de primaire draagconstructie van het dak behoren de staalspanten, de koppelbuizen die de staalspanten met elkaar verbinden en de stabiliteitsverbanden.¹³ De verschillende onderdelen van de primaire draagconstructie zijn verbonden met zogenoemde knoopplaten of knooppunten (zie figuur 5). De verbinding tussen een constructiedeel en een knooppunt kan bestaan uit een gelaste verbinding, een zogenoemde pen-gatverbinding en/of een boutverbinding.

11 Grout is een mengsel van cement en water, eventueel gemengd met toeslagmateriaal en hulpstoffen.

12 Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

13 Voortman noemt deze stabiliteitsverbanden in zijn montageplan *stabiliteitskruizen*.



Figuur 5: Twee knooppunten/knoopplaten (punt 2 en 7)

Om instabiliteit te voorkomen en krachten loodrecht op het staalspant op te kunnen vangen zijn koppelbuizen en stabiliteitsverbanden gemonteerd. Twee naast elkaar gelegen stalen spanten zijn aan elkaar verbonden met vijf horizontaal gemonteerde koppelbuizen. De koppelbuizen houden de spanten op de juiste afstand van elkaar en ze zorgen voor sterkte van het dak in het horizontale vlak. Op twee plaatsen zijn er stabiliteitsverbanden gemonteerd langs de wand van de tribune (aan de buitenzijde van het stadion), in de overgang van wand naar het dak en in het dakvlak (zie figuur 6).



Figuur 6: Stabiliteitsverbanden langs de wand van de tribune en de overgang van wand naar dak¹⁴

Daarnaast zitten er ook op andere plaatsen in het dakvlak stabiliteitsverbanden. Zij zorgen voor stabiliteit in het vlak waarin ze zijn aangebracht. De primaire draagconstructie is gereed, als alle koppelbuizen en stabiliteitsverbanden tussen de staalspanten én de stabiliteitsverbanden tussen de betonnen tribunespanten volledig zijn gemonteerd.

Secundaire draagconstructie

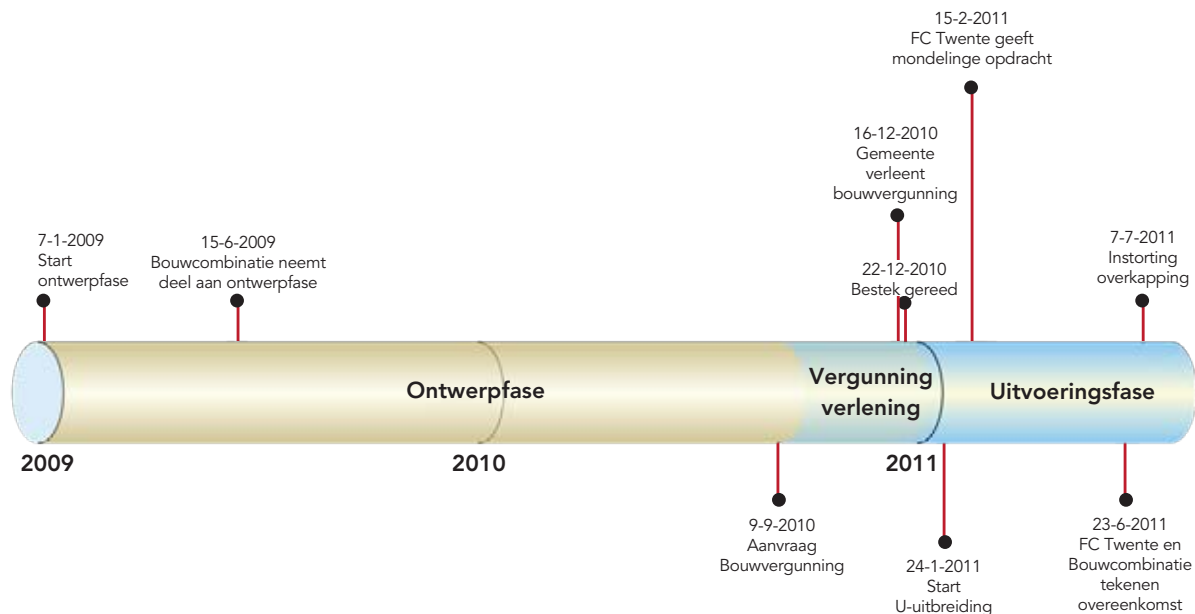
Tot de secundaire draagconstructie van het dak behoren de gordingen in het dakvlak, de rails voor de hangbruggen en de stabiliteitsverbanden tussen de gordingen. Bij De Grolsch Veste is de secundaire draagconstructie met kokerprofielen opgehangen aan de onderzijde van de primaire draagconstructie.

Overige onderdelen

Tot de overige onderdelen van het dak behoren de dakrand, de video wall, de eindwand, de vier hangbruggen en een betonnen achterwand. De dakrand bestaat uit een frame voor reclameborden en veldverlichting. Achter de reclameborden zit een constructie met daarin een afvoer voor regenwater. De video wall hangt halverwege de korte zijde van het stadion aan twee naast elkaar gelegen staalspanten.¹⁵ De eindwand is opgebouwd uit stalen profielen bekleed met golfplaten van staal. Deze wand bevindt zich aan het uiteinde van de tribune en is verbonden met de laatste staalspant en de onderliggende tribune. Dit staalspant steunt halverwege op een kolom.

2.3 BOUWPROCES VAN DE UITBREIDING

Een bouwproces bestaat in de regel uit vier fasen: een ontwerpfase, een fase van de bouwvergunning, een fase van aanbesteding en een uitvoeringsfase. In deze paragraaf staat het bouwproces van de U-uitbreiding omschreven, ingedeeld in deze fasen en in figuur 7 als tijdlijn weergegeven.



Figuur 7: Tijdlijn U-uitbreiding

Ontwerpfase

De ontwerpfase van de U-uitbreiding startte begin 2009. Het ontwerp van de U-uitbreiding was een voortzetting van de L-uitbreiding. Ook is in dit ontwerp rekening gehouden met een toekomstige uitbreiding tot een volledige tweede ring. Net als bij de L-uitbreiding schakelde FC Twente voor het ontwerp een architectenbureau in en een adviesbureau voor de constructie. Samen vormen deze bedrijven het ontwerpsteam.

15 De twee spanten waaraan de video wall hangt, zijn versterkt uitgevoerd.

FC Twente betrok de beoogde hoofdaannemer, Bouwcombinatie Grolsch Veste VOF, halverwege 2009 bij de ontwerpfase. Vanaf dat moment werd het ontwerpteam het bouwteam. Het bouwteam heeft het voorlopig ontwerp van de U-uitbreiding gemaakt. Vanaf juli 2010 heeft het bouwteam twee bijeenkomsten zonder de hoofdaannemer. Het bouwteam werkt dan zonder de hoofdaannemer verder aan het definitieve ontwerp.

Na afspraken tussen FC Twente en de hoofdaannemer over het prijsvormingstraject, voegt de hoofdaannemer zich vanaf 14 oktober 2010 weer bij het bouwteam. Vervolgens bracht dit team op 22 december 2010 het bestek uit. In dit bestek staat hoe het bouwwerk uitgevoerd gaat worden, inclusief de administratieve, juridische en technische bepalingen, materiaalkeuzes en uitvoeringsvoorwaarden. Aan het bestek zijn ook (bestek)tekeningen gekoppeld. Samen met de technische omschrijving is dit de basis van de aannemingsovereenkomst.

Fase van bouwvergunning

In september 2010 vraagt het architectenbureau namens FC Twente de bouwvergunning aan bij de gemeente Enschede. De gemeente heeft vervolgens aanvullende gegevens gevraagd (op 4 oktober 2010), omdat zij de aanvraag niet kon beoordelen op basis van de aangeleverde gegevens. Nadat de gemeente de aanvullende informatie had ontvangen en beoordeeld, is op 16 december 2010 de bouwvergunning verleend.

Fase van aanbesteding

De bouw van de U-uitbreiding is niet aanbesteed. De hoofdaannemer die ook de L-uitbreiding heeft gebouwd, was als beoogd hoofdaannemer al tijdens de ontwerpfase in het bouwteam betrokken bij het bouwproces.

Fase van uitvoering

De hoofdaannemer start de voorbereidende werkzaamheden in januari 2011. De bouwwerkzaamheden op de locatie gaan van start in februari 2011. In februari 2011 geeft FC Twente ook een mondelinge opdracht aan de hoofdaannemer.¹⁶ Op 23 juni 2011 wordt de formele aannemingsovereenkomst tussen FC Twente en de hoofdaannemer getekend. FC Twente schakelde naast de hoofdaannemer nog nevenaannemers in. De hoofdaannemer op haar beurt maakt gebruik van onderaannemers.

Voor de uitvoeringsfase¹⁷ heeft de hoofdaannemer een planning opgesteld (zie bijlage 4). In deze planning zijn de volgende activiteiten opgenomen:

- prefab betonelementen plaatsen;
- staalwerkzaamheden;
- installatiewerkzaamheden;
- sloopwerkzaamheden kap (van de eerste ring);
- (kleine) post algemeen.

De planning begint op 21 maart 2011 en loopt tot 26 augustus; een periode van 23 weken. Op 26 juli zou het stadion 'voetbalgereed' zijn. De minimale vereisten voor 'voetbalgereed' stonden vermeld op een lijst. De minimale vereisten waren verdeeld in zeven groepen te weten: veiligheid/toegankelijkheid/ontruiming, tribunes, dak, voorzieningen uitsupporters, voorzieningen thuis-supporters 4^e verdieping, voorzieningen thuis-supporters 3^e verdieping en tenslotte overig. Binnen deze vijf groepen was aangegeven of een item noodzaak of wens is. Tijdens de bouwperiode speelde FC Twente thuiswedstrijden in De Grolsch Veste. De meeste van deze wedstrijden vonden in het weekend plaats. Deze staan niet in de planning, omdat er dan niet gebouwd werd. Op donderdag 14 april werd de wedstrijd FC Twente tegen Villarreal CF gespeeld in het eigen stadion. Deze wedstrijd is in de planning opgenomen. Twee andere doordeweekse wedstrijden staan niet in de planning, omdat de data daarvan pas bekend werden in de zomer, na afloop van het seizoen 2010/2011.

16 Genoteerd in de notulen van het vof-overleg Bouwcombinatie van 17 februari 2011.

17 De voorbereidende werkzaamheden, zoals heipalen slaan en beton storten, maken geen deel uit van deze planning.

Het gaat om de wedstrijden tegen FC Vaslui op dinsdag 26 juli en tegen Benfica op dinsdag 18 augustus. De staalbouwer heeft voor de montage van de dakconstructie een eigen planning opgesteld.

Volgens de planning van de hoofdaannemer zijn op 21 maart de eerste prefab betonelementen geplaatst. Deze werkzaamheden lopen door tot woensdag 1 juni. De staalwerkzaamheden beginnen op 11 april, drie weken nadat de eerste prefab betonelementen zijn geplaatst.

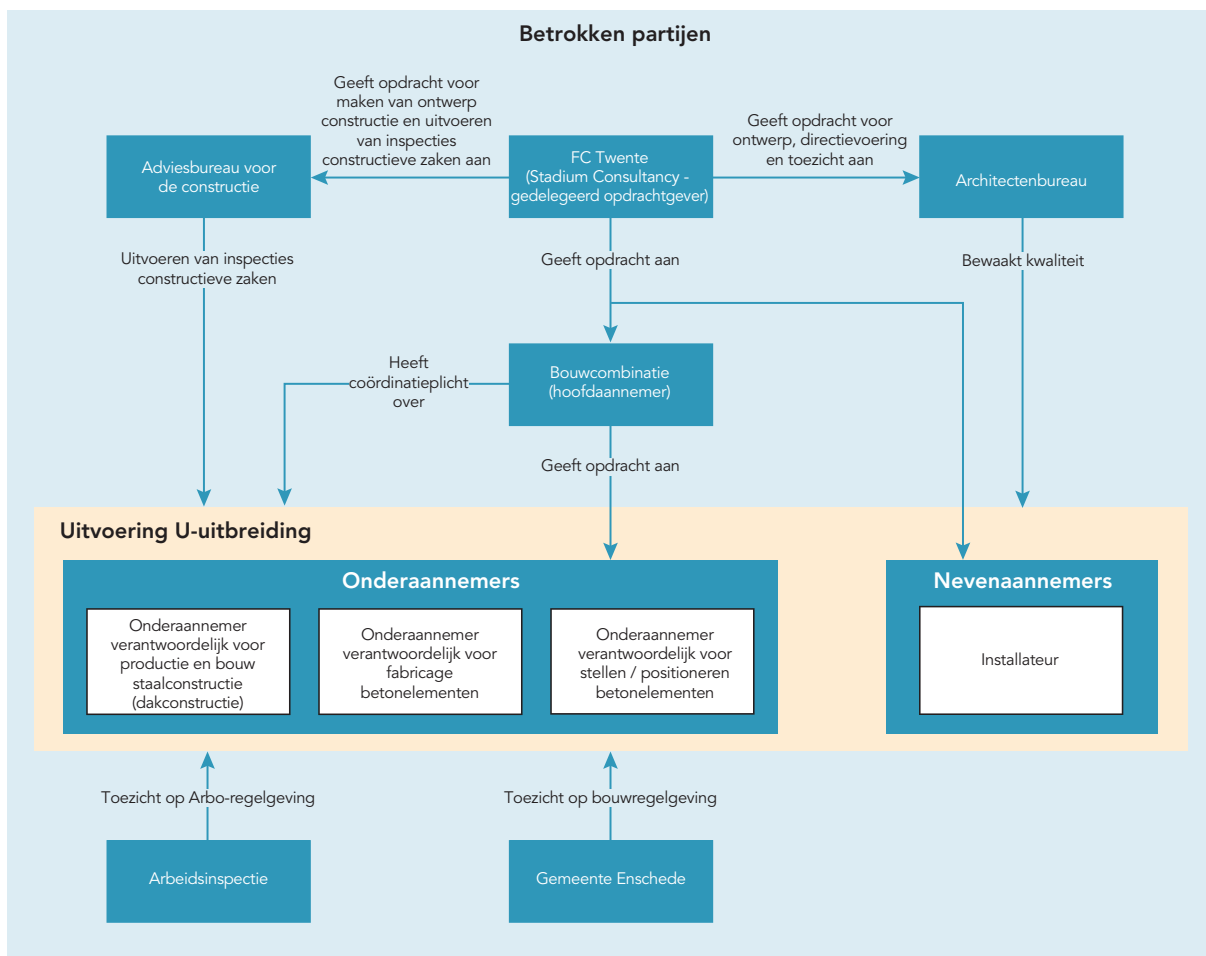
De categorie staalwerkzaamheden is zeer divers en bestaat onder andere uit gevels en kozijnen plaatsen en het dak bouwen. De kap van de eerste ring wordt gesloopt in de periode 9 mei tot en met 19 mei. Parallel daaraan worden vanaf 5 mei de staalspanten en de gordingen voorbereid. Volgens de planning start het plaatsen van de spanten op 23 mei. Twee weken later, op vrijdag 3 juni, zouden alle spanten geplaatst moeten zijn. Vanaf dat moment konden de dakplaten en de regenwaterafvoer worden aangebracht en het dak worden afgewerkt.

In de planning verlopen diverse werkzaamheden parallel aan elkaar. Dit geldt echter niet voor de opbouw van de constructie van het bouwwerk: deze verloopt volgens de planning na elkaar. Eerst worden de prefab betonelementen geplaatst; de betonconstructie. Daarna worden de staalspanten geplaatst; de staalconstructie boven op de betonconstructie.

2.4 BETROKKEN PARTIJEN EN HUN VERANTWOORDELIJKHEDEN

Deze paragraaf beschrijft de partijen die betrokken waren bij de uitbreiding van De Grolsch Veste. Ook staat hierin omschreven welke verantwoordelijkheden deze partijen hadden voor het borgen van de constructieve veiligheid tijdens de bouw. Deze informatie komt uit de afspraken in contracten en overeenkomsten. Tot slot wordt hieronder ingegaan op de overlegstructuren van deze partijen.

Figuur 8 laat de partijen in hun onderlinge verhouding zien.



Figuur 8: Overzicht van de partijen die betrokken zijn bij de uitbreiding van De Grolsch Veste

FC Twente (opdrachtgever)

FC Twente heeft de Bouwcombinatie als hoofdaannemer de opdracht gegeven om de uitbreiding van het stadion te bouwen. Daarnaast heeft FC Twente een aantal aannemers rechtstreeks opdracht gegeven (nevenaanneming) om werkzaamheden te verrichten voor de U-uitbreiding. FC Twente heeft IAA architecten en Aveco de Bondt ingehuurd om de uitbreidingen te ontwerpen. Verder heeft FC Twente de firma The Stadium Consultancy ingehuurd om als gedelegeerd opdrachtgever op te treden.

FC Twente heeft de bouwvergunning aangevraagd en is daarom, in wettelijke zin, als vergunningshouder ervoor verantwoordelijk dat de U-uitbreiding volgens deze vergunning wordt gebouwd. Om zich ervan te kunnen vergewissen dat dit gebeurde, liet FC Twente zich op de bouwplaats vertegenwoordigen door een bouwdirectie (IAA Architecten). IAA Architecten deed de directievoering voor het bouwkundig deel van het bestek. FC Twente heeft niemand directie laten voeren voor het constructief deel van het bestek. FC Twente heeft Aveco de Bondt opdracht gegeven om 'constructieve zaken' te inspecteren.

Opdrachtgever FC Twente heeft vanuit het Arbeidsomstandighedenbesluit (afdeling 5: bouwproces) een aantal verantwoordelijkheden. De opdrachtgever moet ervoor zorgen dat in de ontwerpfase rekening wordt gehouden met de verplichtingen voor de arbeidsomstandigheden die gelden in de uitvoeringsfase.¹⁸ De opdrachtgever brengt daarnaast de toezichthouder op de hoogte van de bouwwerkzaamheden vóórdat deze zijn gestart.¹⁹

18 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.26.

19 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.27.

Ook moet de opdrachtgever een veiligheids- en gezondheidsplan (laten) opstellen²⁰ en dit plan moet op de bouwplaats liggen voordat de werkzaamheden starten.²¹ Als er meerdere werkgevers werkzaamheden verrichten in de uitvoeringsfase, stelt de opdrachtgever een coördinator aan voor de ontwerpfase en stelt de uitvoerende partij een coördinator aan voor de uitvoeringsfase.²² De opdrachtgever neemt zodanige maatregelen dat de coördinatoren hun taak naar behoren kunnen vervullen en uitoefenen.²³

FC Twente ziet zichzelf als een regionale club met een landelijke uitstraling en als een club die de kracht van de regio blijft inzien. Vanuit die gedachte zet FC Twente allerlei activiteiten op. Hiermee wil de club haar wortels in de samenleving benadrukken en de band met de supporters versterken. Voetbal, ambiance en solidariteit zijn de drie pijlers waarop het beleid van de club steunt.²⁴ In de pijler solidariteit verwoordt FC Twente welke positie de club in wil nemen in de maatschappij:

*'Om niet alleen op het veld te scoren, maar ook in de maatschappij is in 2005 Stichting FC Twente, scoren in de wijk opgericht. In dit kader worden projecten en activiteiten georganiseerd op het gebied van Sport, Gezondheid, Scholing en Betrokkenheid. Omdat een goede buur beter is dan een verre vriend adopteerde FC Twente een drietal wijken waar zij haar 'noaberschap' in de praktijk brengt. Projecten die van hieruit zijn georganiseerd zijn bijvoorbeeld de FC Twente Cup, het waterorgel Aqua Musica Twente, de interactieve voetbalmuur 'Sutu', de theaterproductie 'In Blessuretijd' en de taalgame 'Taaltreffers'. De stichting kenmerkt zich door haar vernieuwende en innovatieve aanpak.'*²⁵

In lijn met dit beleid heeft FC Twente voor de L- en U-uitbreiding van het stadion regionale partijen ingezet.

The Stadium Consultancy (gedelegeerd opdrachtgever)

The Stadium Consultancy richt zich op stadionadvies met betrekking tot planning, ontwikkeling, realisatie en exploitatie van stadions. FC Twente heeft voor beide uitbreidingen The Stadium Consultancy ingehuurd als gedelegeerd opdrachtgever.²⁶

Op die manier werd de organisatie van FC Twente niet belast met werkzaamheden waarover de club zelf de kennis niet in huis had.²⁷ De verantwoordelijkheden van The Stadium Consultancy zijn vastgelegd in het contract tussen FC Twente en de Stadium Consultancy. Hierin staat de taak van gedelegeerd opdrachtgever als volgt omschreven: *In deze hoedanigheid is het de rol en taak van The Stadium Consultancy om de belangen van FC Twente in het bouwteam en gedurende het gehele ontwerp- en ontwikkeltraject te behartigen.*²⁸

IAA Architecten (ontwerper, directievoerder en toezichthouder)

IAA Architecten is een architectenbureau met vestigingen in Amsterdam en Enschede. IAA Architecten ontwerpt gebouwen en adviseert over architectuur, stedenbouw en landschap, en interieur. FC Twente gaf IAA Architecten rechtstreeks opdracht om de uitbreiding te ontwerpen. IAA Architecten heeft van het ontwerp contractstukken, bestekstukken, tekeningen en de aanvraag voor de bouwvergunning gemaakt. Tijdens de ontwerpfase leverde IAA Architecten de projectmanager. IAA Architecten zorgde ervoor dat de benodigde stukken er waren en regelde de communicatie met de opdrachtgever en de collega-adviseurs.

Voor de uitvoeringsfase kreeg IAA Architecten van FC Twente de opdracht om de bouwdirectie te voeren voor het bouwkundig deel. De bouwdirectie vertegenwoordigt de opdrachtgever op de bouwplaats en is verantwoordelijk voor het bewaken van de kwaliteit van het geleverde werk, de financiën en de planning. Volgens de uniforme administratieve voorwaarden moet de bouwdirectie

20 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.28.

21 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.32.

22 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.29.

23 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.32.

24 Website FC Twente.

25 Website FC Twente.

26 Contract tussen The Stadium Consultancy en FC Twente, getekend op 25 mei 2009.

27 Bron: interviews

28 Contract tussen The Stadium Consultancy en FC Twente, getekend op 25 mei 2009.

erop toezien dat het werk wordt uitgevoerd zoals is vastgelegd in de contractstukken. Ook controleert de bouwdirectie of de uitvoerders zich houden aan de eisen in de bouwvergunning. Daarnaast voerde IAA Architecten in opdracht van FC Twente bouwkundige inspecties uit. De verantwoordelijkheden van IAA Architecten zijn vastgelegd in het contract tussen FC Twente en IAA Architecten.

Aveco de Bondt (constructief ontwerper en constructief inspecteur)

Aveco de Bondt is een ingenieurbureau. De dienstverlening van Aveco de Bondt is gericht op bouw, infrastructuur, ruimte en milieu. FC Twente heeft Aveco de Bondt de opdracht gegeven om statische berekeningen en tekeningen te maken van de constructie van de U-uitbreiding in de eindfase (fundering, beton- en staalconstructie). Ook kreeg Aveco de Bondt de opdracht voor het 'houden van bouwinspecties met betrekking tot de constructieve zaken'.²⁹ Wat die bouwinspecties en 'constructieve zaken' precies inhouden, is niet vermeld. De verantwoordelijkheden van Aveco de Bondt zijn vastgelegd in het contract tussen FC Twente en Aveco de Bondt.

Bouwcombinatie uitbreiding Grolsch Veste V.O.F. (hoofdaannemer)

De Bouwcombinatie is de hoofdaannemer van de U-uitbreiding en is speciaal opgericht voor de uitbreidingen van het stadion. De Bouwcombinatie bestaat uit:

- Te Pas Bouw³⁰ (33%);
- Trebbe Oost & Noord (33%);
- Dura Vermeer Bouw Hengelo (33%).³¹

De eindverantwoordelijkheid van de Bouwcombinatie ligt bij drie afgevaardigden: van elke aannemer één persoon. Op uitvoeringsniveau bestaat de Bouwcombinatie uit één werknemer van Dura Vermeer en drie werknemers van Te Pas Bouw; één van die drie is de projectleider.

FC Twente heeft de Bouwcombinatie opdracht gegeven de bouwwerkzaamheden uit te voeren. Het bestek, de beschrijving van het uit te voeren werk, maakt deel uit van de aannemingsovereenkomst tussen FC Twente en de Bouwcombinatie. De Bouwcombinatie is dan ook verantwoordelijk voor het naleven van het bestek. In het bestek is vastgelegd dat de Bouwcombinatie ook de taken op zich neemt die volgen uit de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) en het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit). Daarnaast coördineert de Bouwcombinatie de samenwerking tussen de verschillende partijen op het werk (verplichting tot coördinatie).^{32,33} Ook moet de Bouwcombinatie vanuit het Arbobesluit,³⁴ net als iedere werkgever op de bouwplaats, verantwoordelijk voor het nemen van doeltreffende maatregelen ter bescherming van de veiligheid en de gezondheid van zijn werknemers.

De Bouwcombinatie kiest zelf zijn aannemers (onderaanneming) en leveranciers. De opdrachtgever kiest de nevenaannemers van de Bouwcombinatie.

De Bouwcombinatie heeft de volgende onderaannemers ingezet:

- Voortman Staalbouw BV;
- leverancier geprefabriceerde betonelementen;
- Van der Meijden.

29 Bron: opdracht werkzaamheden U-uitbreiding Grolsch Veste, getekend op 7 juni 2011.

30 Te Pas Bouw, Aveco de Bondt en de onderaannemer die de geprefabriceerde betonelementen geleverd heeft, zijn eigendom van Volker Wessels Bouw b.v.

31 Volgens de KvK-registratie is de verdeling tussen de drie aannemers respectievelijk 31%, 4,4 % en 64,6%. De Bouwcombinatie heeft als reactie op de inzage laten weten dat het respectievelijk 33%, 33% en 33% is.

32 Arbeidsomstandighedenbesluit 2.29 en 2.31.

33 Bestek Bouw, 97. Coördinatie en controle, pagina 10.

34 Arbeidsomstandighedenbesluit 2.35.

Voortman Staalbouw BV (staalbouwer)

Voortman Staalbouw BV is onderdeel van Voortman Steel Group. Voortman ontwerpt, produceert en monteert staalconstructies voor de bouw. Voortman is betrokken geweest bij de bouw van twee stadions: de L- en U-uitbreiding van het stadion van FC Twente en het stadion van Bayer Leverkusen (BayArena) in Duitsland.

De hoofdaannemer heeft Voortman opdracht gegeven voor: *'het tekenen, produceren, leveren en monteren van de staalconstructie'*.³⁵ De verantwoordelijkheden van Voortman zijn vastgelegd in het contract tussen de hoofdaannemer en Voortman. In dat contract staat:

'U (Voortman) start met uw engineering, nadat alle gegevens bekend en definitief zijn, te weten:

- *definitieve staaloverzichten en gevelaanzichten van de constructeur;*
- *de hoofd- en detailberekeningen van de staalconstructie;*
- *de afmeting van de ankerbouten en voetplaten;*
- *definitieve funderingstekening met bijbehorende details;*
- *de benodigde detailaansluitingen van de hoofdverbinding;*
- *de laatste definitieve bouwkundige tekeningen en details in verband met eventuele voorzieningen in de staalconstructie.'*

In de opdrachtbevestiging gaf Voortman hierbij aan: *'Inclusief het maken van de detailberekeningen van de staalconstructie (alleen staal-staal)'*. Voortman is met de hoofdaannemer ook overeengekomen dat Voortman verantwoordelijk is voor het treffen van alle benodigde en vereiste veiligheidsmaatregelen bij de montage van de dakconstructie.³⁶ Daarnaast moet Voortman vanuit het Arbobesluit,³⁷ net als iedere werkgever op de bouwplaats, doeltreffende maatregelen nemen om de veiligheid en de gezondheid van zijn werknemers te beschermen. Voortman heeft toegezegd dat het staalconstructies monteert volgens de NEN-norm, zoals is vastgelegd in het contract.

*Leverancier geprefabriceerde betonelementen*³⁸

De hoofdaannemer heeft één bedrijf opdracht gegeven om de betonelementen voor de U-uitbreiding te produceren. De verantwoordelijkheden van dit bedrijf zijn vastgelegd in het contract met de hoofdaannemer.

Van der Meijden (tribunebouwer)

Van der Meijden is een betonmontagebedrijf met als specialisatie de montage van geprefabriceerde betonelementen. Voor de stadionuitbreiding heeft de hoofdaannemer Van der Meijden opdracht gegeven om de geprefabriceerde betononderdelen te monteren. Dit bedrijf moest deze elementen monteren volgens de NEN-norm, zoals is vastgelegd in het contract.

Vanuit de overheid waren gemeente Enschede en de Arbeidsinspectie (tegenwoordig Inspectie SZW) betrokken. Hieronder meer over deze partijen. Een uitgebreide toelichting op de relevante wet- en regelgeving is te vinden in bijlage 3.

Gemeente Enschede

Op grond van de Woningwet moet de gemeente Enschede aanvragen voor bouwvergunningen afhandelen en hierop handhaven. Voor de uitbreiding van de tribune heeft de gemeente een bouwvergunning verleend. Hierdoor werd het de taak van de gemeente om erop toe te zien dat de stadionuitbreiding volgens tekening en vergunning gebouwd wordt (onder andere controleren op constructieveiligheid en brandveiligheid eindfase). Het toezicht op het naleven van het bouwveiligheidsplan,³⁹ wat onderdeel uitmaakt van de vergunning, valt hier ook onder. Als dat nodig is, moet de gemeente hierop handhaven.

35 Overeenkomst onderaanneming, getekend op 5 februari 2011.

36 Volgens Voortman gaat dit over hier de primaire en secundaire dakconstructie.

37 Arbeidsomstandighedenbesluit 2.35.

38 De productie van de betonelementen valt buiten dit onderzoek. Daarom is de naam van het bedrijf hier weggelaten.

39 Het Bouwveiligheidsplan is een plan waarin de aanvrager van de bouwvergunning aangeeft, hoe de veiligheid in de omgeving van de bouwlocatie tijdens de bouw gegarandeerd wordt.

Zonder een bouwvergunning mag er niet gebouwd worden.⁴⁰ In het Besluit indieningsvereisten aanvraag bouwvergunning (Biab)⁴¹ is vastgelegd aan welke indieningsvereisten een bouwvergunningaanvraag moet voldoen. Uit de bouwvergunningaanvraag moet blijken dat het bouwplan aan de bouwregelgeving voldoet. Ook bevat een vergunningaanvraag specifieke gegevens op basis waarvan de gemeente kan toetsen of het bouwplan voldoet aan de voorschriften van het Bouwbesluit 2003. Dit zijn voorschriften voor de constructieve veiligheid tijdens de gebruiksfase van het gebouw. Uit die gegevens moet blijken dat het bouwwerk voldoet aan de gestelde eisen voor sterkte en stabiliteit van alle (te wijzigen) constructieve delen van het bouwwerk én van het bouwwerk als geheel.⁴² Volgens de Biab hoeft er in de vergunningaanvraag geen informatie te staan over hoe het bouwwerk wordt gemonteerd of gebouwd.

Op 9 september 2010 heeft FC Twente een bouwvergunning aangevraagd voor de U-uitbreiding. De gemeente heeft op 16 december 2010 de bouwvergunning verleend.

*Arbeidsinspectie (Inspectie SZW)*⁴³

De Arbeidsinspectie ziet erop toe dat werkgevers onder andere de Arboret naleven. Hierbij hoort ook het toezicht op het naleven van het verplichte veiligheids- en gezondheidsplan.⁴⁴ Het toezicht door de Arbeidsinspectie is gebaseerd op de arbeidsrisico's. Dat betekent dat de Arbeidsinspectie toezicht houdt op die arbeidsrisico's die het grootst zijn binnen een bepaalde sector. De belangrijkste arbeidsrisico's op bouwplaatsen⁴⁵ zijn volgens de Arbeidsinspectie gerelateerd aan valgevaar, de inrichting van de bouwplaats, arbeidsmiddelen, fysieke belasting, gevaarlijke stoffen, geluid, trillingen en persoonlijke beschermingsmiddelen. Binnen de categorie 'inrichting van de bouwplaats' benoemt de arbeidsinspectie de stabiliteit van wanden en constructies. Het gaat hier volgens de Arbeidsinspectie specifiek om het gevaar van omvallen en instorten bij het werken in sleuven, bij sloopwerkzaamheden en bij het plaatsen van bekistingswanden.

2.5 OVERLEGSTRUCTUUR UITBREIDING DE GROLSCH VESTE

De betrokken partijen hebben ieder hun eigen verantwoordelijkheden. Om hieraan te kunnen voldoen moeten zij met elkaar kunnen communiceren en elkaar kunnen sturen. Deze communicatie en sturing vonden onder andere plaats in verschillende overleggen. In figuur 9 is de overlegstructuur van de uitbreiding van De Grolsch Veste grafisch weergegeven.

40 Volgt uit de Woningwet (geldend op 9 september 2010) art. 40 (lid 1a).

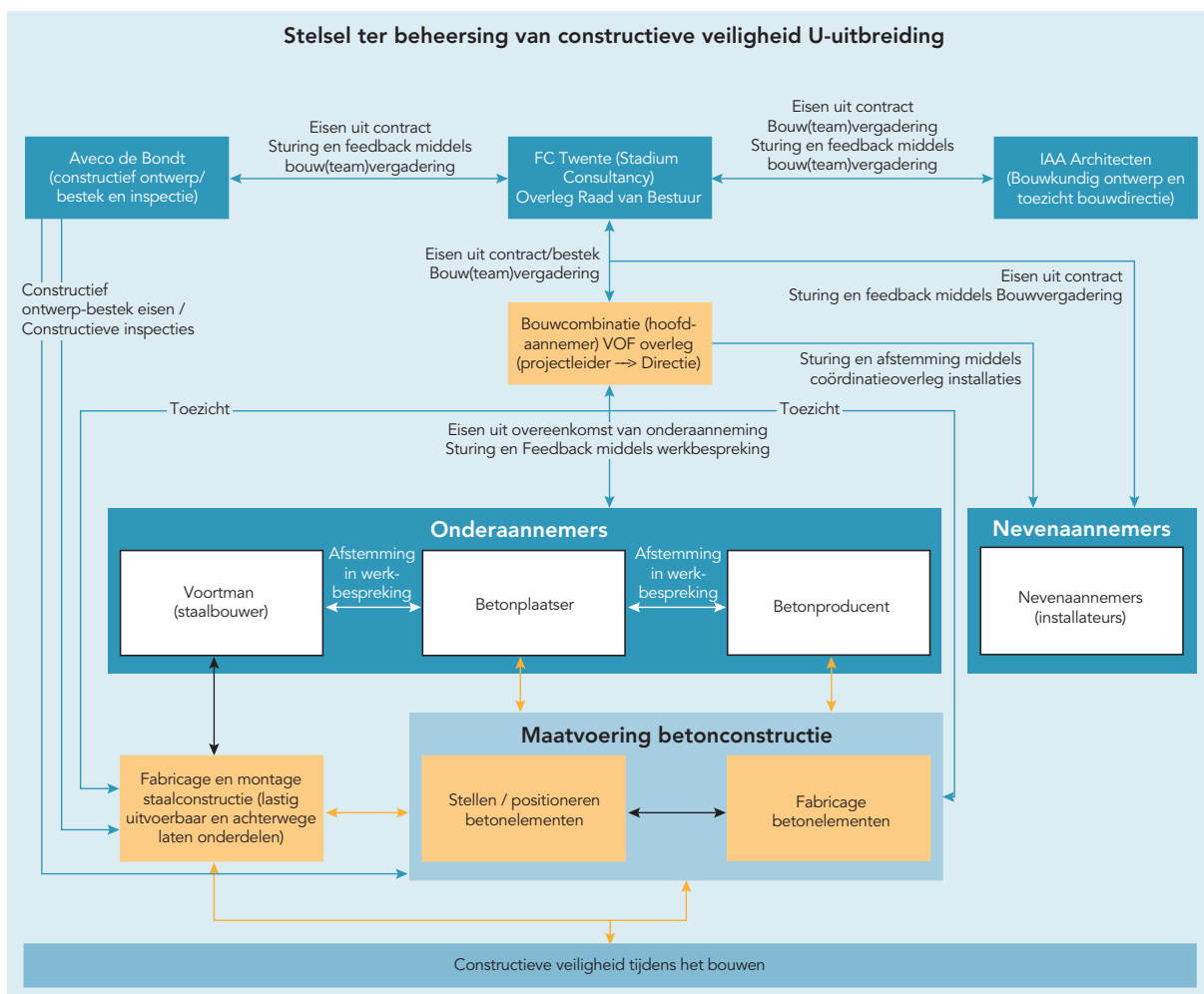
41 Besluit van 13 juli 2002, Stb. 409, houdende indieningsvereisten voor aanvragen om bouwvergunning en voorschriften omtrent het opnemen van gegevens in het openbaar bouwregister, laatstelijk gewijzigd bij besluit van 15 juni 2005, Stb. 368; Gebaseerd op de artikelen 40a en 57, tweede en derde lid, van de Woningwet (Regeling vervalt per 01-10-2010).

42 Volgt uit Biab, Bijlage, §1.2.3 (lid 1a). Deze gegevens, voor zover het niet de hoofdlijn van de constructie dan wel het constructieprincipe betreft, mogen op een later tijdstip worden aangeleverd (zie Biab bijlage § 1.5 en §3.2.8).

43 Inspectie SZW is per 1 januari 2012 de nieuwe naam van de inspectiediensten waarin de Arbeidsinspectie, SIOD (Sociale Inlichtingen- en Opsporingsdienst) en IWI (Inspectie Werk en Inkomen) zijn opgegaan.

44 Het V&G-plan is een plan met afspraken over samenwerking en coördinatie bij gelijktijdige of opeenvolgende werkzaamheden van de verschillende partijen op de bouwplaats.

45 http://www.arbeidsinspectie.nl/Images/Bouwplaatsen_tcm290-261001.pdf



Figuur 9: Communicatie en sturingskanalen die in ieder geval de constructieve veiligheid moesten beheersen tijdens het bouwen van De Grolsch Veste

Bouwteamvergadering (ontwerpfase, frequentie: maandelijks)

In de ontwerp- en bestekfase overlegde de (gedelegeerd) opdrachtgever ongeveer één keer per maand met het bouwteam. Bij deze bouwteamvergaderingen zaten het architectenbureau, het adviesbureau voor de constructie, de hoofdaannemer en het installatieadviesbureau. Het doel van deze bijeenkomsten was het ontwerp en het bestek tot stand brengen. In totaal is 21 keer een bouwteamvergadering gehouden. De eerste op 8 mei 2009 en de laatste op 4 februari 2011.⁴⁶

Bouwvergadering (uitvoering, frequentie: vierwekelijks)

In de uitvoeringsfase werden de bouwteamvergaderingen bouwvergaderingen genoemd. Het doel van deze vergaderingen was om voortgang en eventuele knelpunten te bespreken en vervolgens hierover afspraken te maken. De bouwvergadering werd voorgezeten door de directievoerder. De deelnemers aan de bouwvergadering waren The Stadium Consultancy, IAA architecten, Aveco de Bondt, het installatieadviesbureau, de hoofdaannemer en nog drie betrokken nevenaannemers. In totaal is zes keer een bouwvergadering gehouden. De eerste op 24 februari 2011 en de laatste op 1 juli 2011.

46 Uit notulen van de bouwteamvergaderingen.

Coördinatiebesprekingen installaties⁴⁷

In de coördinatiebespreking stemde de hoofdaannemer de werkzaamheden af met de bouwkundig opzichter (IAA) en de nevenaannemers betrokken bij de installatiewerkzaamheden. In totaal is vier keer een coördinatieoverleg gehouden. De eerste op 11 februari 2011 en de laatste op 8 april 2011.

Werkbespreking (ad hoc)

In de ad hoc werkbesprekingen besprak de hoofdaannemer logistieke knelpunten met de drie onderaannemers waaronder de staalbouwer en de tribunebouwer. Van deze besprekingen zijn voor zover bij de Onderzoeksraad bekend geen notulen gemaakt. Het is daardoor onbekend welke onderwerpen precies zijn besproken, met wie en hoe vaak.

Informeel bilateraal of tripartite overleg (ad hoc)

Overleg van de hoofdaannemer met voornamelijk de twee belangrijkste onderaannemers Voortman en Van der Meijden.

Overleg Raad van Commissarissen FC Twente (maandelijks)⁴⁸

De Raad van Commissarissen overlegde maandelijks over de U-uitbreiding. Tijdens deze vergaderingen rapporteerde de gedelegeerd opdrachtgever aan de raad over de voortgang van het project. Tijdens de U-uitbreiding heeft de Raad van Commissarissen negen keer een bouwoverleg gehouden. De eerste op 28 januari 2011 en de laatste op 28 oktober 2011.

Vof-overleg⁴⁹

De directeurs van de Bouwcombinatie overlegden samen met hun projectleider over de voortgang van het project. Tijdens de U-uitbreiding is drie keer een vof-overleg gehouden. De eerste op 17 februari 2011 en de laatste op 23 juni 2011.

Veiligheidsoverleg (voor iedere voetbalwedstrijd)⁵⁰

FC Twente organiseerde tijdens de U-uitbreiding het veiligheidsoverleg. Dit overleg was bedoeld om de veiligheid van het stadion en omliggend terrein in de bouwperiode tijdens de wedstrijden te waarborgen (in bouwvergaderingen wordt gesproken over voetbalgereed). Tijdens de L-uitbreiding was er een extra vast agendapunt 'Bouwkundig/constructief'.

47 Uit notulen van de coördinatiebespreking.
48 Uit de notulen van het bouwoverleg FC Twente.
49 Uit de notulen van het vof-overleg.
50 Uit de notulen van het veiligheidsoverleg.

3 ANALYSE

Uit het onderzoek blijkt dat meerdere factoren samen ervoor gezorgd hebben dat de dakconstructie van De Grolsch Veste gevoelig was voor instabiliteit en kon instorten. Dit kon doordat:

- onderdelen van de staalconstructie ontbraken;
- tijdelijke stabiliserende voorzieningen ontbraken;
- de staalconstructie tijdens de bouw belast werd;
- de staalconstructie niet op de tribune paste.

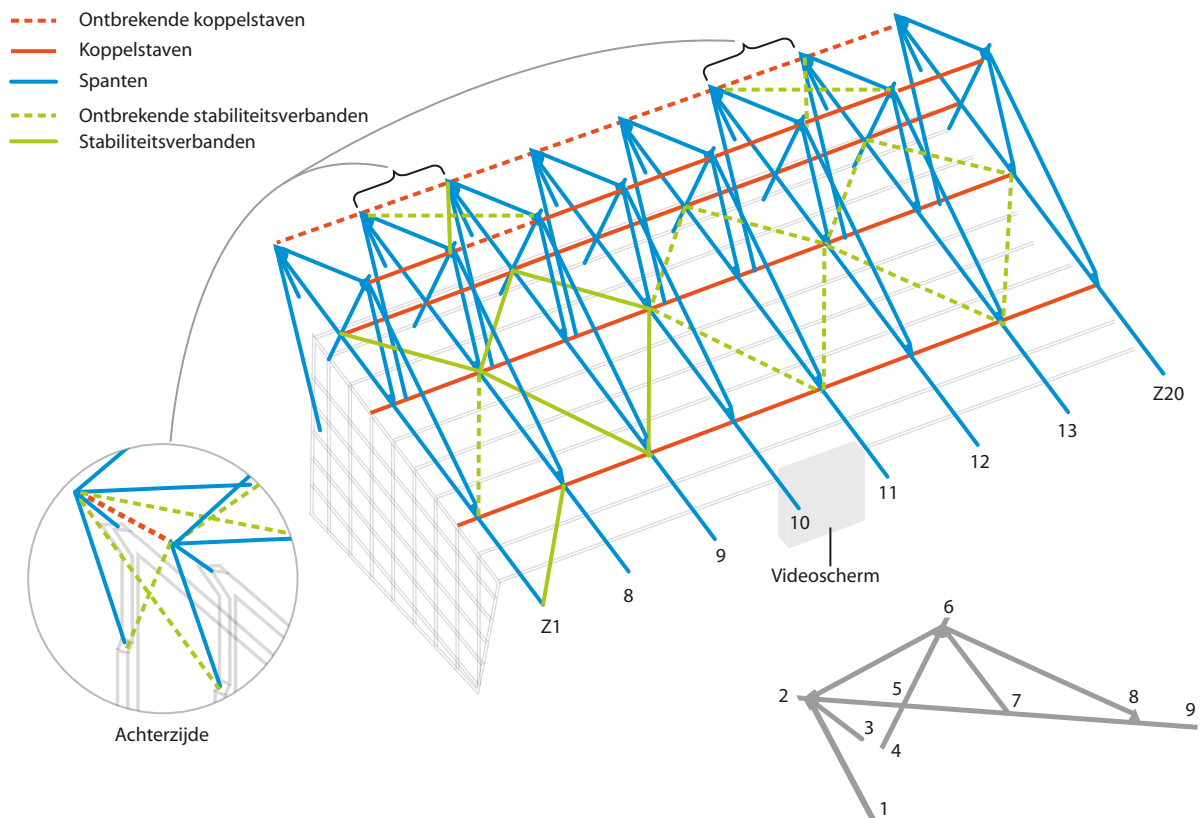
In dit hoofdstuk staat eerst kort omschreven hoe het dak door deze factoren kon instorten (de directe oorzaken). In paragrafen 3.2 tot en met 3.5 wordt vervolgens, aan de hand van het Tripod-diagram (zie bijlage 10), beschreven op welke wijze en waarom de betrokken partijen in die situatie zijn beland. Tot slotte komen de achterliggende oorzaken aanbod.

3.1 DIRECTE OORZAKEN

In deze paragraaf staan de directe oorzaken beschreven. Deze factoren worden uitgebreider beschreven in bijlage 5.

Onderdelen van de staalconstructie ontbraken

Uit het onderzoek blijkt dat de ontbrekende stabiliteitsvoorzieningen en -verbanden de belangrijkste reden zijn dat de dakconstructie onvoldoende stabiel was. Er ontbraken koppelbuizen aan de achterkant en stabiliteitsverbanden in de dakconstructie. Ook ontbraken op 7 juli tijdelijke stabiliserende voorzieningen om dit op te vangen. Hierdoor was de constructie gevoelig voor instabiliteit.



Figuur 10: Bovenaanzicht aanwezige en ontbrekende buizen in de primaire draagconstructie volgens de ontwerptekening

Op de dag van het ongeval hebben onder andere onderzoekers van de Onderzoeksraad veldwerk gedaan en de primaire draagconstructie onderzocht. Toen is geconstateerd dat de primaire draagconstructie van het dak niet gereed was, op het moment dat het dak instortte. Verschillende koppelbuizen en stabiliteitsverbanden ontbraken. Figuur 10 laat zien welke onderdelen aanwezig waren en welke ontbraken.

Tijdelijke stabiliserende voorzieningen ontbraken

Bij het monteren van de dakspanten werd gebruik gemaakt van tijdelijke stabiliserende voorzieningen. Hiervoor gebruikte de staalbouwer staalkabels die op spanning werden gehouden met een Tirfor staaldraadtakel.⁵¹

Op 6 juli begon de staalbouwer met het aanbrengen van de eerste diagonaal van het stabiliteitsverband tussen de spanten acht en negen. Door veranderende weersomstandigheden (harde wind)⁵² werden deze werkzaamheden, waar een kraan voor nodig was, gestopt. Op dat moment werd spant 8 slechts aan één kant ondersteund met een staaldraadkabel van de nok van spant acht naar de onderkant van spant Z1.

In de morgen van 7 juli hebben nettenbouwers direct onder het dakvlak veiligheidsnetten opgehangen aan de staalspanten. Deze netten werden opgehangen, omdat de dakplaten aangebracht gingen worden. Het bedrijf dat de veiligheidsnetten ophing, wilde de netten ophangen onder de spanten 10, 9, 8 en Z1 (zie figuur 10). Hierbij zat een staalkabel in de weg die staalspant 8 stabiliseerde door de top van spant 8 met de onderkant van spant Z1 te verbinden. Daarom is aan de staalbouwer gevraagd deze staalkabel weg te halen. Op dat moment stond deze staalkabel niet op spanning. Reden voor de monteurs om ervan uit te gaan dat staalspant 8 inmiddels werd gestabiliseerd, doordat de eerste diagonaal van het stabiliteitsverband geplaatst was. De monteurs hebben daarom het verzoek ingewilligd en de staalkabel verwijderd. Hierdoor werd spant 8 niet langer gestabiliseerd. Vervolgens is ongeveer 2 minuten voordat het dak is ingestort, het veiligheidsnet onder de spanten 9, 10 en 11 losgemaakt.

Belasting van de staalconstructie

Ondanks dat er onderdelen ontbraken werd de staalconstructie al belast. Op en aan de constructie waren aanwezig een videoscherm, twee hangbruggen, dakplaten en tien werknemers. Hierdoor nam de instabiliteit verder toe.

Op 7 juli werd er gewerkt in de hangbruggen onder het dak. De werknemers bewogen de hangbruggen heen en weer onder het dak tussen de staalspanten 10 en 13. De hangbruggen wogen samen ongeveer 3.000 kilo. Ook waren er dakplaten uitgelegd; de totale massa van de dakplaten bedroeg bijna 35.000 kilo. De video wall, die op 29 juni was opgehangen, had inclusief het draagframe een gewicht van ruim 8.000 kilo. Ten slotte werd het dak belast met het gewicht van in totaal tien werknemers.

Verschillende getuigen hebben aangegeven dat zij een knal hoorden, voordat het dak bewoog en vervolgens bezweek. Omdat in de buurt van het dak met verschillende kranen werd gewerkt, is uitgezocht of de constructie door een kraan was aangestoten. Dat was niet het geval.

Staalconstructie past niet op de tribune

Voor de stabiliteit is het van belang dat het dak en de tribune goed op elkaar passen. Alleen dan wordt de constructie belast zoals deze is ontworpen. Extra belasting door spanning in de constructie heeft op de langere termijn een negatief effect op die constructie (krachten op materiaal en verbindingen). De staalconstructie van de uitbreiding van De Grolsch Veste kon alleen gemonteerd worden, als de betonconstructie voldoende nauwkeurig werd opgebouwd, met bijbehorende nauwkeurige posities. Voor de staalconstructie waren er namelijk beperkte stelmogelijkheden in het verticale vlak en geen stelmogelijkheden in het horizontale vlak.

51 Tirfor staaldraadtakel is gereedschap voor hijsen, trekken en spannen (grote capaciteit).

52 De onderzoeksraad heeft geverifieerd of het hard waaide bij de KNMI en op radarbeelden van Meteo Consult.

Hoewel de betonconstructie voldeed aan de NEN norm⁵³ (zie bijlage 9) was deze niet voldoende nauwkeurig opgebouwd voor deze staalconstructie. De betonconstructie is nagemeten en daaruit blijkt dat de afstand tussen twee naast elkaar gelegen kolommen tussen de min 20 millimeter en plus 15 millimeter afwijkt ten opzichte van de tekening. Verder is tussen het laatste spant van de L-uitbreiding en het eerste spant van de U-uitbreiding een hoogte verschil van circa 45 millimeter geconstateerd. Als staal en beton niet op elkaar passen, zijn de staalspanten alleen te monteren door deze met kracht te vervormen. Dat is ook gebeurd. Doordat de opgebouwde staalspanten vervormd waren, was de belastbaarheid van de staalconstructie afgenomen.

Conclusies:

- De stabiliteit van de dakconstructie was onvoldoende voor de mate waarin deze al werd belast. Dit kwam doordat koppelbuizen en stabiliteitsverbanden in de dakconstructie ontbraken. Dit werd niet gecompenseerd door tijdelijke stabiliserende voorzieningen.
- De onvoltooide, nog niet stabiele dakconstructie, werd belast met een video wall, hangbruggen, dakplaten en tien werknemers. Daardoor werd de dakconstructie zwaarder belast dan dat deze op dat moment kon dragen.
- Door de maatafwijkingen in de tribune, in combinatie met beperkte stel mogelijkheden in de staalconstructie, paste de staalconstructie slecht op de tribune. Hierdoor moest de staalconstructie met kracht worden gemonteerd. Hierdoor is de gerealiseerde staalconstructie vervormd en de belastbaarheid van de constructie afgenomen.

3.2 NIET STABIELE STAALCONSTRUCTIE IN GEBRUIK, GELIJKTIJDIG BOUWEN EN AFBOUWEN

Op het moment van het instorten van het dak was de dakconstructie in gebruik waardoor vijftien werknemers aan het werk waren op een onveilige werkplek. Hierdoor zijn twaalf werknemers van grote hoogte naar beneden gevallen. Negen van de twaalf werknemers raakte gewond, twee overleden en één persoon heeft geen lichamelijke verwondingen opgelopen. Zeven van de negen gewonden, de ongedeede persoon en de twee werknemers die overleden zijn bevonden zich op het dak of in één van de twee hangbruggen onder het dak. Twee van de negen werknemers die gewond raakten stonden voor het instorten in een hoogwerker onder het dak. Deze hoogwerker werd in de val van het dak meegesleurd.

De twaalf werknemers die van grote hoogte naar beneden vielen, zijn in twee groepen te verdelen. Vijf werknemers van de staalbouwer (drie op het dak en twee in de hoogwerker) waren bezig met het bouwen/monteren van de staalconstructie van het dak. De overige zeven waren bezig met de afbouw van het dak. Namelijk drie werknemers van een dakdekkersbedrijf legden dakplaten, twee medewerkers van een installatie bedrijf legde kabels en leidingen en twee medewerkers van een ander installatiebedrijf waren bezig met het aanbrengen van de regenwaterafvoer.

Op de tribune, onder de niet stabiele staalconstructie, waren twee vakantiewerkers en een stagiair bezig met het plaatsen van stoeltjes.

Ondanks dat de staalbouwer nog niet klaar was met de bouw van de staalconstructie van het dak, nam de hoofdaannemer de constructie al in gebruik. De hoofdaannemer ging ervan uit dat de staalconstructie van het dak voldoende stabiel was. Hij heeft dit echter niet gecontroleerd. Wel gaf hij onder- en nevenaannemers opdracht om met de afbouw te beginnen; en week daarmee af van de volgorde van de planning. Uit interviews blijkt dat de zeven werknemers die bezig waren met de afbouw, hun opdrachtgever, de hoofdaannemer, en de staalbouwer als betrouwbaar en deskundig beschouwden. Daardoor veronderstelden zij dat de stabiliteit gewaarborgd was. Dezelfde bedrijven en, voor het overgrote deel, werknemers waren ook betrokken bij de eerdere L-uitbreiding en deze was in hun ogen goed verlopen.

Planning hoofdaannemer en staalbouwer komen niet overeen

Uit het onderzoek blijkt dat de planning van de hoofdaannemer afwijkt van die van de staalbouwer. Volgens de definitieve planning van 31 maart 2011, die deel uitmaakt van de aannemingsovereenkomst van de hoofdaannemer, zou de montage van de staalconstructie starten op maandag 23 mei 2011. De staalbouwer is op maandag 30 mei 2011,⁵⁴ één week later, ook daadwerkelijk gestart. Volgens de planning van de hoofdaannemer zou de staalbouwer de spanten in twee weken plaatsen. In de planning van de staalbouwer werd voor dezelfde werkzaamheden echter uitgegaan van een periode van zes weken. Op donderdag 7 juli, bijna zes weken na de start van de bouwwerkzaamheden was de primaire staalconstructie nog niet klaar.

Hoofdaannemer laat volgorde planning los

Volgens de planning zouden de (af)bouwwerkzaamheden in een bepaalde volgorde verlopen. De twee trappenhuisen zouden klaar zijn op het moment dat de staalbouwer zou beginnen met de montage van de spanten op het rechte stuk. De trappenhuisen waren op dat moment niet klaar toch werd de montage van het dak voortgezet. Ook voor de afbouw hield de hoofdaannemer vast aan de planning zodat de noodzakelijke items op 26 juli 2011 'voetbalgereed' zouden zijn. Deze noodzakelijke items waren onder andere de trappenhuisen, de stoelen en het dak.⁵⁵ Omdat de trappenhuisen en staalbouwer nog niet klaar was, liet de hoofdaannemer de oorspronkelijke 'volgordelijkheid' van planning los. Vanaf dat moment werden verschillende (af)bouwwerkzaamheden parallel aan elkaar uitgevoerd in plaats van na elkaar. Uit onderzoek is gebleken dat de hoofdaannemer daarbij niet heeft bekeken of deze wijziging gevolgen had voor de constructieve veiligheid. Direct gevolg was dat in ieder geval zeven werknemers van onderaannemers van de hoofdaannemer en twee vakantiewerkers en een stagiair van FC Twente aan het werk waren op een onveilige werkplek.

Mate van stabiliteit van de staalconstructie tijdens de opbouw was niet bepaald

Bij de uitgangspunten voor de berekeningen van de constructie, die onderdeel uitmaken van het bestek, heeft de constructeur aangegeven dat: '*Belastingen die ontstaan t.g.v. de uitvoering dienen door de aannemer tijdig te worden opgegeven en gecoördineerd met o.a. zijn leveranciers. Tenzij anders vermeld zijn deze niet verwerkt in de berekening*'. Met andere woorden: de constructeur had alleen opdracht om de belastbaarheid in de eindfase te berekenen. Daarnaast ontbrak in de specificaties van het project een beschrijving van hoe de constructie veilig gemonteerd kon worden.⁵⁶

Stabiliteit niet bepaald: hoofdaannemer vertrouwt op staalbouwer

De hoofdaannemer moest volgens het bestek tijdens de bouw de stabiliteit van de totale constructie borgen. Hiervoor is onder andere een sterkteberekening nodig. De hoofdaannemer heeft deze niet gemaakt of laten maken en heeft dit ook niet van de staalbouwer geëist. De hoofdaannemer beschouwde de opdrachtnemer, de staalbouwer, als betrouwbaar en deskundig. Hierdoor verondersteld hij dat de stabiliteit van de staalconstructie tijdens de opbouw geborgd was.

Stabiliteit niet bepaald: staalbouwer vertrouwt op hoofdaannemer

De staalbouwer op zijn beurt beschouwde de opdrachtgever, de hoofdaannemer, als betrouwbaar en deskundig. Hierdoor veronderstelde hij dat een constructeur betrokken was bij het besluit om de constructie in gebruik te nemen en ging hij ervan uit dat de stabiliteit gewaarborgd was. De staalbouwer had zelf geen constructeur in dienst. Constructeurs beschikken over de benodigde kennis om de mate van (in)stabiliteit te beoordelen. De staalbouwer heeft geen sterkteberekening gemaakt of laten maken, ondanks dat het bouwwerk een complexe constructie had (en heeft).

De staalbouwer wist dus niet hoe stabiel de constructie zou zijn tijdens het bouwproces en welke randvoorwaarden voor de montage nodig waren voorafgaand en tijdens de bouw. De werknemers van de staalbouwer die aanwezig waren op de bouwplaats, waren ook geen constructeurs.

54 Rapport bouwinspectie FC Twente Stadion, Aveco de Bondt, 16 juni 2011.

55 Notitie voetbalgereed onderdeel van de aannemingsovereenkomst FC Twente Bouwcombinatie, 23 juni 2011.

56 NEN ENV 1090-1:97, 9 montage, artikel 9.3

Zij hebben daarom de dakplaten voor de afbouw met een hijskraan omhoog laten hijsen en klaargelegd op de onafgebouwde constructie. Waarschijnlijk omdat zij het risico op instorting op basis van ervaring laag schatten.

Hoofdaannemer coördineert en controleert uitvoering

Volgens het bestek heeft de hoofdaannemer een coördinatie- en controleverplichting: hij moet alle uitvoerende werkzaamheden coördineren en controleren. Dit betekent ook dat de hoofdaannemer de onderaannemers tijdens het bouwen (in)direct moet sturen. Hiervoor heeft de hoofdaannemer een aantal personen verantwoordelijk gemaakt: een projectleider, twee werkvoorbereiders en een uitvoerder van de hoofdaannemer.

Geen gezamenlijk overleg met de constructeur en staalbouwer

De projectleider en de uitvoerder van de hoofdaannemer communiceerden onder andere in verschillende overleggen met de directievoerder/architect, de gedelegeerd opdrachtgever, het adviesbureau voor de constructie en de nevenaannemers. De hoofdaannemer nodigde de staalbouwer en de andere onderaannemers niet als vaste deelnemers uit voor deze overleggen. Uit interviews blijkt dat de hoofdaannemer alleen (via de uitvoerder) met de onderaannemers communiceerde, als daar aanleiding voor was. Als er tijdens een overleg iets werd besloten, gaf de uitvoerder dat door aan de staalbouwer en de onderaannemers. Hierdoor was er geen direct overleg tussen de constructeur en de werknemers van de staalbouwer. Overigens blijkt uit de verslagen van de diverse formele overleggen dat constructieve veiligheid geen onderwerp van gesprek was.

Conclusie:

- De hoofdaannemer heeft de onvoltooide staalconstructie in gebruik genomen. Hierbij ging hij ervan uit dat deze stabiel was, maar de hoofdaannemer heeft dit niet gecontroleerd.

3.3 BELASTING GROTER DAN BELASTBAARHEID, DE CONSTRUCTIE BEZWIJKT

De constructie in aanbouw is bezweken, doordat deze niet stabiel was en vervolgens zwaarder werd belast dan de niet stabiele constructie kon dragen. De belastbaarheid was beperkt, doordat onderdelen ontbraken. Bovendien werd de beperkt belastbare constructie nog extra belast door onder andere een video wall en hangbruggen. In deze paragraaf staat beschreven waarom de constructie beperkt belastbaar was én te zwaar belast werd.

Koppelbuizen niet gemonteerd vanwege opbouw trappenhuizen

De monteurs van de staalbouwer hebben alle koppelbuizen op het rechte stuk aan de achterkant van het dak weggelaten zonder tijdelijke voorzieningen te nemen. Dit was vanwege uitlopende werkzaamheden aan de trappenhuizen. In het eigen montageplan van de staalbouwer stond niet expliciet vermeld wanneer en hoe de koppelbuizen geplaatst moesten worden. Als de staalbouwer de koppelbuizen aan de achterkant van de spanten zou monteren, zou de hijskraan daar hinder van ondervinden bij het opbouwen van de trappenhuizen. Als de staalbouwer de koppelbuizen aan de achterkant had aangebracht, was de constructie echter stabielere geweest (zie bijlagen 5 en 6).

Alleen mondeling overleg tussen hoofdaannemer en (uitvoerders) staalbouwer

In de uitvoeringsfase werd elke vier weken een bouwvergadering gehouden; de staalbouwer werd hier niet voor uitgenodigd door de hoofdaannemer. In deze vergaderingen werd gesproken over de voortgang en eventuele knelpunten. Aan de bouwvergadering namen de gedelegeerd opdrachtgever, de architect, het adviesbureau voor de constructie, het installatie adviesbureau, de hoofdaannemer, en nog drie nevenaannemers deel. In de verslagen van deze bouwvergaderingen is echter niets vastgelegd over dat de montagevolgorde is aangepast of onderdelen van de dakconstructie zijn weggelaten.

De hoofdaannemer had volgens het bestek⁵⁷ de 'coördinatie- en controleverplichting voor het gehele werk, met betrekking tot de uitvoering'. De hoofdaannemer hield tijdens de uitvoeringsfase van de U-uitbreiding echter geen formeel overleg met de staalbouwer. Communicatie tussen de hoofdaannemer en de staalbouwer bestond uit mondeling overleg tussen de uitvoerders. De hoofdaannemer heeft verklaard dat hij de staalbouwer in geen geval opdracht heeft gegeven om de montagevolgorde aan te passen of om onderdelen weg te laten. De staalbouwer heeft verklaard dat hij op basis van een bespreking tijdens de L-uitbreiding er echter van overtuigd was dat deze montagewijze was besproken met de hoofdaannemer en akkoord bevonden.

Ook koppelbuizen weggelaten bij L-uitbreiding

Om logistieke redenen heeft de staalbouwer besloten om de hele rij koppelbuizen in het rechte stuk achterwege te laten, niet alleen die ter hoogte van de trappenhuisen. Bij de L-uitbreiding waren ook koppelbuizen weggelaten. Hierdoor beschouwden de uitvoerder en projectleider van de staalbouwer dit niet als een gevaar. Op figuur 11 van de L-uitbreiding is te zien dat dit inderdaad het geval was. Bij deze uitbreiding waren echter al wel de stabiliteitsverbanden aangebracht in het uitstekende deel, de overgang van wand naar dak. In het geval van de U-uitbreiding was dit niet het geval.



Figuur 11: L-uitbreiding: koppelbuizen ontbreken en stabiliteitsverbanden zijn aanwezig⁵⁸

Vanwege afbouwwerkzaamheden ook andere onderdelen weggelaten

De staalbouwer heeft ook de stabiliteitsverbanden in het dakvlak weggelaten. Deze zaten namelijk in de weg bij de afbouwwerkzaamheden; bij het aanbrengen van de dakplaten. In het montageplan stond niet expliciet vermeld op welk moment de stabiliteitsverbanden in het dakvlak aangebracht moesten worden. Daarnaast ontbraken er onderdelen, omdat de staalbouwer de staalconstructie nog niet afgebouwd had. Ook was er één koppelbuis in de nok tussen spant 8 en 9 die niet paste, omdat de maatvoering van de buis niet klopte.

57 Bestek Bouw, 97, coördinatie en controle, pagina 10.

58 Foto: Politie Twente.

Tot slot hebben de monteurs van de staalbouwer in de ochtend van 7 juli één staaldraadkabel weggehaald, opnieuw vanwege de afbouw. De kabel is weggehaald om plaats te maken voor een veiligheidsnet (zie ook paragraaf 3.1.). Deze kabel was een tijdelijke stabiliserende voorziening.

Primaire constructie extra belast voordat deze af was

De constructie in aanbouw werd extra belast, doordat de hoofdaannemer opdracht gaf om met de afbouw te beginnen. De extra belasting bestond uit dakplaten, hangbruggen en werknemers. Op 29 juni monteerde de staalbouwer de video wall aan de onafgebouwde constructie, eveneens extra belasting. De hoofdaannemer gaf aan de staalbouwer de opdracht: '*hermonteren van de bestaande videowall staalconstructie. Er zal getracht worden deze vanuit de bestaande gracht te de- en hermonteren. Uitgangspunt is dat deze direct mee gemonteerd worden met de nieuwe staalconstructie*'.⁵⁹ De staalbouwer besloot zelf de video wall op te hangen, voordat de primaire constructie van het dak af was.

Montageplan

Als een dak wordt gebouwd, zijn er uiteraard monteurs aanwezig. De staalbouwer wil de veiligheid van die monteurs en de overige aanwezige personen zo goed mogelijk kunnen garanderen. Daarom heeft de staalbouwer per project of fasering een montageplan gemaakt dat ter goedkeuring werd voorgelegd aan de opdrachtgever.⁶⁰ De hoofdaannemer heeft het montageplan voor de L-uitbreiding goedgekeurd. Dit plan heeft de staalbouwer opnieuw gebruikt voor de U-uitbreiding; dus het plan was al goedgekeurd door de hoofdaannemer.

Montageplan niet gebaseerd op een ontwerpmontageplan

Om het montageplan te kunnen beoordelen heeft de hoofdaannemer advies gevraagd aan het adviesbureau voor de constructie. Het is niet duidelijk op grond waarvan deze partijen het plan getoetst hebben. Het montageplan van de staalbouwer bouwde niet voort op een ontwerpmontageplan. Tijdens de ontwerpfase heeft de opdrachtgever geen opdracht gegeven om ook een ontwerpmontageplan op te stellen, als basis voor een definitief montageplan.⁶¹ Hierdoor is in de ontwerpfase de sterkte van de constructie tijdens de bouw niet gecontroleerd. Bovendien is hierdoor in de ontwerpfase niet benoemd dat de montagevolgorde en stellen de constructieve veiligheid tijdens de bouw kan beïnvloeden.

Mogelijkheid wijzigingen niet benoemd in montageplan

Daarnaast ontbreekt in het montageplan een beschrijving over hoe moet worden omgegaan met wijzigingen. Wat gebeurt er als de staalbouwer afwijkt van het montageplan?

Montageplan onvolledig

Het montageplan van de L-uitbreiding is opnieuw gebruikt voor de U-uitbreiding. De omstandigheden waren echter niet gelijk en bij de L-uitbreiding werd ook al een andere montagevolgorde aangehouden dan beschreven. Daarnaast had de staalbouwer toegezegd dat hij zich bij zijn werkzaamheden zou houden aan de norm NEN-ENV 1090-1:97. Dit betekent onder andere dat de staalbouwer in het montageplan rekening moest houden met de sterkte van de gedeeltelijk gemonteerde constructie in combinatie met de montagebelasting en eventuele andere belasting. Dit is echter niet gebeurd. Hierdoor was onbekend of de gedeeltelijk gemonteerde constructie voldoende veilig was voor de monteurs en de overige aanwezige personen. Het montageplan voldeed overigens op meerdere punten niet aan de NEN-norm. Desondanks heeft de hoofdaannemer het, na advies van het adviesbureau voor de constructie, goedgekeurd. Hierdoor ging de staalbouwer ervan uit dat het in orde was.

Geen intern toezicht

Uit het onderzoek blijkt dat de hoofdaannemer niet controleerde hoe de dakconstructie werd gemonteerd. Uit interviews blijkt dat alleen als er zich problemen voordeden, er op uitvoeringsniveau werd overlegd en afgestemd met de onderaannemers.

59 Overeenkomst onderaanneming, getekend op 5 februari 2011.

60 Plan van Veiligheid, Gezondheid, Milieu & Welzijn van Voortman Staalbouw.

61 NEN 1090-1:97, 9.3.

De uitvoerder van de hoofdaannemer is niet op het dak geweest om de werkzaamheden van de onderaannemer te controleren.⁶² Volgens de hoofdaannemer is de onderaannemer zelf verantwoordelijk voor zijn eigen werk. In reactie op het conceptrapport geeft de hoofdaannemer aan dat hij niet de expertise heeft om het meer specialistische werk van de staalbouwer te kunnen controleren.

Onduidelijk wat adviesbureau precies moet inspecteren

De opdrachtgever (FC Twente) heeft het adviesbureau voor de constructie op 7 juni 2011 opdracht gegeven om de constructie tijdens de bouw te inspecteren. *'De werkzaamheden betreffen het houden van bouwinspecties m.b.t. de constructieve zaken. Van deze inspecties worden vervolgens de rapportages vervaardigd.'*⁶³ In deze opdracht is echter niet specifiek omschreven waaruit die bouwinspecties van constructieve zaken moeten bestaan, noch wat er precies geïnspecteerd moet worden.

Montage dakconstructie niet beoordeeld in bouwinspecties

Het adviesbureau stuurde de rapporten over de bouwinspecties van de constructieve zaken aan de hoofdaannemer, het architectenbureau en de gedelegeerd opdrachtgever. Uit deze rapporten blijkt dat tijdens de inspectie niet beoordeeld is hoe het dak werd gemonteerd.

Gemeente Enschede houdt geen toezicht op veiligheid tijdens bouwen

De gemeente Enschede is verantwoordelijk voor de bestuursrechtelijke handhaving van de Woningwet.⁶⁴ Voor de U-uitbreiding van De Grolsch Veste gold de Woningwet die van kracht was op het moment dat de bouwvergunning werd aangevraagd (9 september 2010). In de Woningwet gaat bijna alle aandacht uit naar de kwaliteit van een bouwwerk in de gebruiksfase. De Woningwet bevat één algemene bepaling die zegt: *'Een ieder die een bouwwerk of standplaats bouwt, gebruikt, laat gebruiken of sloopt, dan wel een open erf of terrein gebruikt of laat gebruiken, draagt er, voor zover dat in diens vermogen ligt, zorg voor dat als gevolg van dat bouwen, gebruik of slopen geen gevaar voor de gezondheid of veiligheid ontstaat dan wel voortduurt.'*⁶⁵

Volgens dit voorschrift hebben de partijen die een bouwwerk bouwen een zorgplicht: zij moeten dit op een veilige wijze doen. De gemeente Enschede heeft echter geen toezicht gehouden op de veiligheid van de werknemers op de bouwplaats. De gemeente Enschede beschouwt dit, zoals doorgaans gebruikelijk is, als de verantwoordelijkheid van de Arbeidsinspectie. De gemeente Enschede houdt, zoals gezegd, toezicht op de borging van de kwaliteit van een bouwwerk in de gebruiksfase.

FC Twente en Enschede vragen na instorting adviesbureau om second opinion

Na het instorten van het dak hebben FC Twente en de gemeente Enschede bij een bouwtechnisch adviesbureau een *second opinion* gevraagd. Dit omdat zij het ongeschonden deel van het stadion weer in gebruik wilde nemen. Dit adviesbureau heeft het ontwerp van de bestaande dakconstructie beoordeeld. Het concludeert dat *'de constructieve veiligheid van de constructie voldoet aan het in de norm vereiste niveau'*.

Arbeidsinspectie heeft bouwwerkzaamheden niet gecontroleerd

De Arbeidsinspectie (tegenwoordig Inspectie SZW) ziet er onder andere op toe dat werkgevers de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) naleven.⁶⁶ Volgens de Arbowet moet de werkgever zorgen voor veilige en gezonde arbeidsomstandigheden.⁶⁷ In het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbo-besluit) is de wet verder uitgewerkt voor onder andere bouwwerkzaamheden.

62 Informatie uit interviews.

63 Offerte van Aveco de Bondt van 23 mei 2010.

64 Woningwet artikel 100 (geldend op 9-9-2010) geeft aan dat Burgemeester en Wethouders zorg dragen voor bestuursrechtelijke handhaving van hoofdstukken I tot en met IV van de Woningwet.

65 Woningwet artikel 1a (lid 2).

66 Aanwijzingsregeling toezichthoudende ambtenaren en ambtenaren met specifieke uitvoeringstaken op grond van SZW-wetgeving, § 1. Arbeidsinspectie, Aanwijzing toezichthouders, Artikel 1.1, lid a.

67 Arbeidsomstandighedenwet 1998, Hoofdstuk 2. Arbeidsomstandighedenbeleid, Arbobeleid, Artikel 3

Volgens dit besluit moet de werkgever doeltreffende maatregelen nemen om de veiligheid en de gezondheid van zijn werknemers op de bouwplaats te beschermen.⁶⁸ Ook wordt in het Arbobesluit geëist dat werkplekken op een bouwplaats stabiel en stevig zijn, als die niet op de begane grond zijn.⁶⁹ Dit betekent dus dat Arbeidsinspectie erop moest toezien dat de hoofd- en onderaannemers van de U-uitbreiding van De Grolsch Veste de wettelijke voorschriften volgden voor een veilige bouwplaats.

Hoofdaannemer U-uitbreiding informeert Arbeidsinspectie

De opdrachtgever van een bouwwerk moet de Arbeidsinspectie informeren over voorgenomen bouwwerkzaamheden, vóórdat deze werkzaamheden zijn begonnen.⁷⁰ De hoofdaannemer van de uitbreiding van De Grolsch Veste heeft De Arbeidsinspectie (op 10 februari 2011) geïnformeerd over de voorgenomen bouw van de U-uitbreiding. Dit was voordat de bouwwerkzaamheden begonnen.

Uit onderzoek is gebleken dat de Arbeidsinspectie in de bouwperiode (voorafgaand aan het ongeval op 7 juli 2011) De Grolsch Veste niet heeft bezocht. Zij heeft de bouw van de U-uitbreiding van De Grolsch Veste dus niet gecontroleerd. De bouwwerkzaamheden die vanaf 2008 in De Grolsch Veste hebben plaatsgevonden, gaven volgens de Arbeidsinspectie geen aanleiding tot verhoogde waakzaamheid. In 2008 is de Arbeidsinspectie eenmaal op het bouwterrein aanwezig geweest om een ongeval met een vrachtwagen te onderzoeken.

Na instorten start Arbeidsinspectie strafrechtelijk onderzoek

Na het instorten van het dak heeft de Arbeidsinspectie met de politie en het Openbaar Ministerie een strafrechtelijk onderzoek ingesteld naar het ongeval. Dit onderzoek is nog niet afgerond. Ook heeft de Arbeidsinspectie intensief toezicht gehouden op de sloop en opruimwerkzaamheden.

Conclusies:

- De primaire constructie was beperkt belastbaar, doordat de staalbouwer onderdelen heeft weggelaten die belangrijk waren voor de stabiliteit. De staalbouwer had deze onderdelen nog niet gemonteerd, omdat deze hinderlijk waren bij het bouwen van de trappenhuisen. Daarbij had de staalbouwer geen tijdelijke vervangende maatregelen genomen.
- De hoofdaannemer had een coördinatie- en controleverplichting: hij moest al het uitvoerende werk coördineren en controleren. Het was duidelijk zichtbaar dat er onderdelen ontbraken in de primaire constructie. De hoofdaannemer heeft echter geen stabiliserende maatregelen getroffen of ervoor gezorgd dat de ontbrekende stabiliserende onderdelen geplaatst werden.
- De staalbouwer veronderstelde ten onrechte dat de hoofdaannemer de constructeur betrokken had bij het besluit om te starten met de afbouw, terwijl de dakconstructie nog niet klaar was.
- De hoofdaannemer hield geen toezicht op de montagewijze van de staalbouwer, omdat hij rekende op de professionaliteit en de constructieve kennis van de staalbouwer.
- De Arbeidsinspectie en de gemeente Enschede hadden op grond van eerdere ervaringen bij de L-uitbreiding geen reden om de manier waarop de bouwwerkzaamheden werden uitgevoerd te inspecteren.

68 Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 2. Arbozorg en organisatie van de arbeid, Afdeling 5. Bouwproces, Artikel 2.35. Verplichtingen werkgever (lid 1)

69 Arbeidsomstandighedenbesluit; Hoofdstuk 3. Inrichting arbeidsplaatsen; Afdeling 2. Aanvullende voorschriften bouwplaatsen; art. 3.28 (lid 1)

70 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.27.

3.4 HOE IS OMGEGAAN MET DE MAATAFWIJKINGEN VAN DE TRIBUNE

De belastbaarheid van de gerealiseerde staalconstructie was afgenomen doordat de staalconstructie niet goed paste en daardoor onder spanning stond. De staalconstructie is ontworpen om in zekere mate spanning op te vangen. Te veel spanning in de constructie heeft een negatief effect op de belastbaarheid van de constructie.

Staalconstructie met kracht vervormd doordat stelmogelijkheid ontbreekt

In het ontwerp van de staalconstructie waren beperkte stelmogelijkheden aanwezig om eventuele maatverschillen tussen het dak en de tribune op te vangen (zie bijlage 5). Daardoor konden de monteurs van de staalbouwer niet anders dan de staalconstructie met kracht (elastisch) vervormen bij het monteren op de tribune. Ook konden de monteurs één koppelbuis in de nok niet plaatsen, omdat deze niet (meer) paste. Doordat de staalconstructie met kracht was vervormd, was de belastbaarheid van deze constructie in aanbouw afgenomen.

De betekenis van de signalen dat het dak niet op de tribune paste niet herkend

Voor de monteurs van de staalbouwer was het niet ongebruikelijk om kracht te gebruiken om de constructie te monteren. Bij de L-uitbreiding ging het monteren op dezelfde manier. De staalbouwer heeft wel gesignaleerd dat de staal-betonverbindingen niet pasten.⁷¹ Uit het onderzoek is gebleken dat de hoofdaannemer en het adviesbureau voor de constructie dit niet als probleem hebben geadresseerd; zij herkenden niet het onderliggende probleem. Namelijk dat de staalconstructie met kracht vervormd moet worden wanneer deze niet goed past op de tribune. Waardoor de staalconstructie de belastbaarheid van de constructie afneemt.

Het adviesbureau voor de constructie inspecteerde tijdens de bouw de constructieve zaken; het architectenbureau verzorgde de bouwinspecties. Als de toezichthouder van het architectenbureau constructieve zaken constateerde die naar zijn mening van belang waren voor de inspecteur van het adviesbureau voor de constructie, dan gaf hij deze door. De inspecteur van het adviesbureau voor de constructie controleerde deze zaken samen met zijn eigen constatering.⁷²

De inspecteur van het adviesbureau voor de constructie heeft vier inspecties uitgevoerd. De eerste inspectie vond plaats op 30 mei 2011, de dag waarop het eerste dakspant werd geplaatst.⁷³ De laatste inspectie vond plaats op woensdagmiddag 6 juli. Van deze laatste inspectie voor het ongeval is geen rapport gemaakt. Uit de rapporten van deze inspecties blijkt dat op diverse plaatsen stalen onderdelen niet pasten. Uit de vervolgininspecties van het adviesbureau voor de constructie blijkt dat de hoofdaannemer de geconstateerde afwijkingen heeft hersteld zonder dat iets gebeurde om het onderliggende probleem, de maatafwijkingen van de tribune, op te vangen. De rapporten van deze inspecties zijn toegestuurd aan de hoofdaannemer, het architectenbureau en de gedelegeerd opdrachtgever.

De betekenis van de signalen dat de stalen onderdelen niet pasten werden door de staalbouwer, de hoofdaannemer en het adviesbureau voor de constructie niet herkend. Deze partijen zagen geen aanleiding om maatregelen te treffen.

Conclusie:

- Tijdens de bouw van de tribune zijn in deze betonconstructie maatafwijkingen ontstaan. Ook had de staalconstructie beperkte stelmogelijkheden om die maatafwijkingen op te vangen. Daardoor paste het dak niet zuiver op de tribune. De staalbouwer heeft de staalconstructie met kracht vervormd, zodat deze toch op de tribune gemonteerd kon worden. Hierdoor stond de staalconstructie onder spanning en werd deze minder belastbaar. De staalbouwer, de hoofdaannemer en het adviesbureau voor de constructie (h)erkenden niet welke gevolgen het had dat het dak niet op de tribune paste. Volgens deze partijen hoefde het werk hiervoor niet aangepast te worden.

71 De afstand tussen de oplegging van de lange op trek belaste buis en de tribune, die volgens het montageplan en de berekeningen van de constructeur 30 mm zou bedragen, was op sommige plaatsen circa 70 mm.

72 Rapport bouwinspectie FC Twente Stadion, Aveco de Bondt, 16 juni 2011.

73 Rapport bouwinspectie FC Twente Stadion, Aveco de Bondt, 16 juni 2011.

3.5 MAATBEHEERSING NIET ADEQUAAT

De hoofdaannemer heeft voor de U-uitbreiding (en de L-uitbreiding) niet getoetst of dit bouwwerk in de bouwfase uitvoerbaar was. In het bestek staan eisen aan de maatafwijkingen van de tribune (NEN 2886 en NEN 2889); voor de staalconstructie zijn geen eisen gesteld. Het bestek schrijft voor dat de aannemer zowel de fabricage- en plaatstoleranties van de tribune als van de staalconstructie vastlegt. Op die manier kan de hoofdaannemer ervoor zorgen dat de tribune en de staalconstructie op elkaar passen. Deze toleranties zijn voor de L- en de U-uitbreiding echter niet vastgelegd. Hierdoor kon de hoofdaannemer niet vaststellen of het ontwerp op dit punt uitvoerbaar was en, als dat nodig was, het ontwerp van de tribune of de staalconstructie aan laten passen of eisen te stellen aan de producent van het dak (de staalbouwbouwer).

Normen staal en beton sluiten niet goed aan

De eisen aan de maatafwijkingen van de opleggingen van de betonnen tribune in de NEN-norm⁷⁴ zijn ruimer dan de eisen die staalnorm⁷⁵ stelt aan de positie van de ankerbouten. De eisen aan de opleggingen van de tribune zijn een toegestane maatafwijking per richting (x, y en z) van 20 tot 25 mm (afhankelijke van de positie van het punt). Voor de positie (één richting) van het middelpunt van de ankerbouten is een maatafwijking van 6 mm toegestaan. De NEN-norm voor de betonnen tribune was voorgeschreven in het bestek. De NEN-norm voor de staalconstructie werd gehanteerd door de staalbouwer.⁷⁶ Doordat de hoofdaannemer de fabricage- en plaatstoleranties van de tribune als van de staalconstructie niet heeft vastgelegd paste het dak slecht op de tribune.

Maatafwijkingen volgens hoofdaannemer wel gecontroleerd, maar niet gedocumenteerd

In het contract met de staalbouwer heeft de hoofdaannemer toegezegd zorg te dragen voor de juiste maatvoering van de tribune. Ook zou hij deze controleren. De staalbouwer heeft bij de start van de bouw de maatvoering van de tribune niet gecontroleerd. De staalbouwer ging ervan uit dat de hoofdaannemer, zoals vastgelegd in het contract, de maatvoering van de tribune zou controleren. De hoofdaannemer heeft de maatvoering van de tribune gecontroleerd door deze in te meten. De meetgegevens zijn volgens de hoofdaannemer niet gedocumenteerd. De hoofdaannemer beschouwde de maten van de tribune in orde maar heeft dit niet aan de staalbouwer doorgegeven. Het controleren van de maatvoering van de tribune was duidelijk vastgelegd in het contract. Geen van beide partijen heeft echter een medewerker er expliciet voor verantwoordelijk gemaakt om te borgen dat deze afspraak werd nagekomen.

Pragmatische oplossingen voor maatproblemen

De problemen door de maatafwijkingen zijn tijdens het werk pragmatisch opgelost. Het was toen namelijk niet meer mogelijk om het ontwerp van de tribune of de staalconstructie aan te passen. Figuur 12 laat enkele voorbeelden zien. Foto 1: Bij een oplegging van een tribune-element op spant Z17 ontbreekt een hoek van het tribune-element nabij een stalen oplegging van de dakconstructie op het spant. Foto 2: Bij een oplegging van een tribune-element op spant Z17 is de geometrie van het tribune-element aangepast. Foto 3: Bij een verbinding tussen de stalen dakconstructie en de zogenoemde zwarte wanden zijn veel stelplaatjes toegepast om de ruimte op te vullen. Bovendien bevindt de hartlijn van de dakconstructie zich naast de voeg tussen de twee zwarte wanden.

74 NEN 2886

75 NEN 1090-1:97

76 Overeenkomst onderaanneming, getekend op 5 februari 2011.



Foto 1



Foto 2

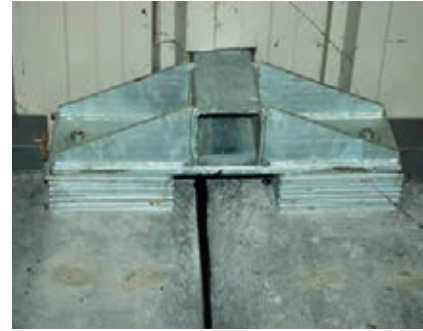


Foto 3

Figuur 12: Aanpassingen in verband met maatafwijkingen

Volgens betrokken partijen controleerde de hoofdaannemer de uitvoerbaarheid

Uit interviews blijkt dat de hoofdaannemer lid was van het bouwteam, toen het ontwerp en het bestek van de L- en de U-uitbreiding tot stand is gekomen. De hoofdaannemer keek in deze fase in hoeverre het bouwwerk uitvoerbaar was, als het ging om de kosten, de produceerbaarheid en de transporteerbaarheid van de benodigde onderdelen. De andere betrokken partijen gingen ervan uit dat de hoofdaannemer verantwoordelijk was voor de borging van de uitvoerbaarheid. De opdrachtgever had de verantwoordelijkheden en taken van de leden van het bouwteam niet formeel vastgelegd in een bouwteamovereenkomst.

Geen bouwteamovereenkomst vastgesteld

In de bouwwereld is het gebruikelijk dat een bouwteamovereenkomst⁷⁷ wordt opgesteld. Hierin staan onder andere het doel, de samenstelling en de taken van het bouwteam en de taak van de opdrachtgever en de aannemer binnen dat bouwteam. Voor de L- en de U-uitbreiding is geen bouwteamovereenkomst vastgesteld. Er was wel een conceptbouwteamovereenkomst, maar deze was nog niet getekend vanwege discussie over een onderdeel daarvan. In de conceptbouwteamovereenkomst staat dat de aannemer aan het bouwteam zijn specifieke ervaring en deskundigheid op het gebied van de uitvoering van bouwwerken ter beschikking stelt. Daartoe wordt gerekend: het beoordelen van de uitvoerings- en kostentechnische aspecten van de plannen die het bouwteam voorstelt.

In vergunningtraject zit geen check op uitvoerbaarheid

Ook de gemeente heeft de uitvoerbaarheid van de uitbreiding niet gecheckt. De gemeente Enschede heeft de opdrachtgever een bouwvergunning verleend. De ontwerptekeningen maken deel uit van de aanvraag voor een bouwvergunning. De gemeente hoeft dit ontwerp echter niet te toetsen op uitvoerbaarheid; dit is geen onderdeel van het traject van vergunningverlening.

Toezicht ontbreekt op de naleving van de eisen uit het deelbestek constructie

De hoofdaannemer had de taak om ervoor te zorgen dat het project werd uitgevoerd zoals is vastgelegd in het bestek. Hij heeft de projectleider hiervoor verantwoordelijk gemaakt. Diverse eisen uit het bestek zijn echter niet nageleefd. Het is gebruikelijk dat de directievoerder namens de opdrachtgever erop toeziet dat de hoofdaannemer het bestek naleeft. Ook dit is niet gebeurd voor het deelbestek constructie.

Op 7 juni 2011 heeft de opdrachtgever het architectenbureau de opdracht gegeven voor de directievoering en om bouwkundig toezicht uit te voeren op de werkzaamheden. In de aanbiedingsbrief voor deze opdracht staat: 'Voor alle duidelijkheid merken wij op dat constructieve en installatietechnische directievoering en toezicht niet in deze opgave zijn opgenomen.'⁷⁸ Bij de L-uitbreiding is dit op dezelfde manier gegaan.⁷⁹ De opdrachtgever heeft dus niemand opdracht gegeven om de directievoering voor het deelbestek constructie uit te voeren. Hierdoor werd er geen toezicht gehouden op de naleving van de eisen uit het deelbestek constructie. En werd de hoofdaannemer er dus niet op aangesproken dat hij zich niet hield aan de eisen uit het bestek.

77 Model Bouwteamovereenkomst 1992, van Bouwend Nederland, de vereniging van bouw- en infrabedrijven.

78 Honorariumopgave directievoering en toezicht (bouwkundig) van 10 december 2010.

79 Honorariumopgave directievoering en toezicht (bouwkundig) van 18 oktober 2007.

Adviesbureau denkt dat architectenbureau directie voert over deelbestek constructie

Het architectenbureau heeft bij de opdrachtgever aangedrongen op constructief toezicht. Daarom heeft de opdrachtgever vanaf 23 mei 2011 een inspecteur voor de constructieve zaken aangesteld. In het bestek stond dat het architectenbureau de directievoering deed. Het adviesbureau voor de constructie ging er op basis van het bestek van uit dat dit gold voor het complete bestek, dus ook voor het deelbestek constructie. Het adviesbureau voor de constructie was geen partij in de overeenkomst tussen de opdrachtgever en het architectenbureau en kende de precieze inhoud van het contract daarom niet.

Conclusies:

- De hoofdaannemer heeft niet gecontroleerd of het ontwerp en het bestek uitvoerbaar waren. Hierdoor is niet tijdig geconstateerd dat de maatbeheersing van de aansluiting van de staalconstructie op de tribune kritisch was. De problemen die tijdens de uitvoering ontstonden, toen onderdelen niet pasten, werden in het werk opgelost.
- De opdrachtgever sloot individuele contracten met het architectenbureau, de constructeur, de hoofdaannemer en de gedelegeerd opdrachtgever. Hierbij heeft hij zijn verantwoordelijkheid voor veiligheid tijdens de bouw echter niet volledig belegd. De betrokken partijen, die samenwerkten in een bouwteam, hebben dit niet opgemerkt.
- De hoofdaannemer hield zich niet aan het deelbestek constructie. Er werd niet op toegezien dat het deelbestek constructie werd nageleefd, doordat hiervoor geen directievoerder was aangesteld.

3.6 ACHTERLIGGENDE OORZAKEN

Op basis van bovenstaande analyse concludeert de Onderzoeksraad dat er vijf achterliggende oorzaken ten grondslag liggen aan de wijze waarop het bouwproces is verlopen. Dit zijn:

1. In de ontwerpfase heeft niemand gecontroleerd of het ontwerp uitvoerbaar was.
2. Verantwoordelijkheden die werden genoemd in contracten en in het bestek, zijn niet toegewezen aan personen.
3. De besluiten die de constructieve veiligheid beïnvloedden, zijn niet op het juiste niveau in de organisatie genomen.
4. De opdrachtgever heeft niet vastgelegd wie erop toeziet dat de afspraken van het deelbestek constructie worden nageleefd. Hierdoor signaleerde niemand dat dit *niet* werd nageleefd.
5. Toen de hoofdaannemer en de staalbouwer de uitvoering gingen voorbereiden (in de uitvoeringsfase) hebben zij niet beoordeeld of het ontwerp uitvoerbaar was.

In deze paragraaf zijn deze vijf achterliggende oorzaken uitgewerkt met daarbij enkele voorbeelden uit de voorgaande tekst ter illustratie.

Wie borgt de uitvoerbaarheid van het ontwerp?

In de bouwwereld is het gebruikelijk dat een bouwteamovereenkomst⁸⁰ wordt opgesteld. Hierin staan onder andere het doel, de samenstelling en de taken van het bouwteam en de taak van de opdrachtgever en de aannemer binnen dat bouwteam. Voor de L- en de U-uitbreiding is geen bouwteamovereenkomst vastgesteld. Er was wel een conceptbouwteamovereenkomst, maar deze was nog niet getekend vanwege discussie over een onderdeel daarvan. In de conceptbouwteamovereenkomst staat dat de aannemer aan het bouwteam zijn specifieke ervaring en deskundigheid op het gebied van de uitvoering van bouwwerken ter beschikking stelt. Daartoe wordt gerekend: het beoordelen van de uitvoerings- en kostentechnische aspecten van de plannen die het bouwteam voorstelt. In de ontwerpfase is echter niet gecontroleerd of het ontwerp uitvoerbaar was voor de werknemers die het daadwerkelijk moesten realiseren.

80 Model Bouwteamovereenkomst 1992, van Bouwend Nederland, de vereniging van bouw- en infra-bedrijven.

Verantwoordelijkheden op papier niet toegewezen aan personen en daardoor niet ingevuld

Het bestek schrijft voor dat de aannemer zowel de fabricage- en plaatstoleranties van de tribune als van de staalconstructie vastlegt. Op die manier kan de hoofdaannemer ervoor zorgen dat de tribune en de staalconstructie op elkaar passen. Deze toleranties zijn voor de L- en de U-uitbreiding echter niet vastgelegd. Hierdoor kon de hoofdaannemer niet vaststellen of het ontwerp op dit punt uitvoerbaar was en, als dat nodig was, het ontwerp van de tribune of de staalconstructie aan laten passen of eisen te stellen aan de producent van het dak (de staalbouwbouwer).

De hoofdaannemer moest volgens het bestek tijdens de bouw de stabiliteit van de totale constructie borgen. Hiervoor is onder andere een sterkteberekening nodig. De hoofdaannemer heeft deze niet gemaakt of laten maken en heeft dit ook niet van de staalbouwer geëist.

De staalbouwer heeft toegezegd dat hij zich bij zijn werkzaamheden zou houden aan de norm NEN-ENV 1090-1:97. Dit betekent onder andere dat de staalbouwer in het montageplan rekening moest met de sterkte van de gedeeltelijk gemonteerde constructie in combinatie met de montagebelasting en eventuele andere belasting. Dit is echter niet gebeurd. Hierdoor was onbekend of de gedeeltelijk gemonteerde constructie voldoende veilig was voor de monteurs en de overige aanwezige personen. Het montageplan voldeed overigens op meerdere punten niet aan de NEN-norm. Desondanks heeft de hoofdaannemer het, na advies van het adviesbureau voor de constructie, goedgekeurd. Hierdoor ging de staalbouwer ervan uit dat het in orde was.

Volgens het bestek heeft de hoofdaannemer een coördinatie- en controleverplichting: hij moet alle uitvoerende werkzaamheden coördineren en controleren. Uit het onderzoek blijkt dat de hoofdaannemer niet controleerde hoe de dakconstructie werd gemonteerd. Uit interviews blijkt dat alleen als er zich problemen voordeden, er op uitvoeringsniveau werd overlegd en afgestemd met de onderaannemers.

In het contract met de staalbouwer heeft de hoofdaannemer toegezegd zorg te dragen voor de juiste maatvoering van de tribune. Ook zou hij deze controleren. De staalbouwer heeft bij de start van de bouw de maatvoering van de tribune niet gecontroleerd. De staalbouwer ging ervan uit dat de hoofdaannemer, zoals vastgelegd in het contract, de maatvoering van de tribune zou controleren. De hoofdaannemer heeft de maatvoering van de tribune gecontroleerd door deze in te meten. De meetgegevens zijn volgens de hoofdaannemer niet gedocumenteerd. De hoofdaannemer beschouwde de maten van de tribune in orde maar heeft dit niet aan de staalbouwer doorgegeven. Het controleren van de maatvoering van de tribune was duidelijk vastgelegd in het contract. Geen van beide partijen heeft echter een medewerker er expliciet voor verantwoordelijk gemaakt om te borgen dat deze afspraak werd nagekomen.

Voor de constructieve veiligheid relevante besluiten werden niet op het juiste niveau genomen

Volgens het bestek heeft de hoofdaannemer een coördinatie- en controleverplichting: hij moet alle uitvoerende werkzaamheden coördineren en controleren. Dit betekent ook dat de hoofdaannemer de onderaannemers tijdens het bouwen (in)direct moet sturen. Hiervoor heeft de hoofdaannemer een aantal personen verantwoordelijk gemaakt: een projectleider, twee werkvoorbereiders en een uitvoerder van de hoofdaannemer. De projectleider en de uitvoerder van de hoofdaannemer communiceerden onder andere in verschillende overleggen met de directievoerder/architect, de gedelegeerd opdrachtgever, het adviesbureau voor de constructie en de nevenaannemers. De hoofdaannemer nodigde de staalbouwer en de andere onderaannemers niet als vaste deelnemers uit voor deze overleggen. Uit interviews blijkt dat de hoofdaannemer alleen (via de uitvoerder) met de onderaannemers communiceerde, als daar aanleiding voor was. Als er tijdens een overleg iets werd besloten, gaf de uitvoerder dat door aan de staalbouwer en de onderaannemers. Hierdoor was er geen direct overleg tussen de constructeur en de werknemers van de staalbouwer. Overigens blijkt uit de verslagen van de diverse formele overleggen dat constructieve veiligheid geen onderwerp van gesprek was.

De monteurs van de staalbouwer hebben alle koppelbuizen op het rechte stuk aan de achterkant van het dak weggelaten zonder tijdelijke voorzieningen te nemen. Dit was vanwege uitlopende werkzaamheden aan de trappenhuizen. In het eigen montageplan van de staalbouwer stond niet expliciet vermeld wanneer en hoe de koppelbuizen geplaatst moesten worden.

De hoofdaannemer heeft verklaard dat hij de staalbouwer in geen geval opdracht heeft gegeven om de montagevolgorde aan te passen of om onderdelen weg te laten. De staalbouwer heeft echter verklaard dat hij op basis van een bespreking tijdens de L-uitbreiding ervan overtuigd was dat deze montagewijze was besproken met de hoofdaannemer en akkoord bevonden.

Om logistieke redenen heeft de staalbouwer vervolgens besloten de hele rij koppelbuizen op het rechte stuk achterwege te laten; niet alleen die ter hoogte van de trappenhuizen. Bij de L-uitbreiding waren ook koppelbuizen weggelaten. Hierdoor beschouwden de uitvoerder en de projectleider van de staalbouwer dit niet als een gevaar.

Ondanks dat de staalbouwer nog niet klaar was met de bouw van de staalconstructie van het dak, nam de hoofdaannemer de constructie al in gebruik. De hoofdaannemer ging ervan uit dat de staalconstructie van het dak voldoende stabiel was. Hij heeft dit echter niet gecontroleerd. Direct gevolg was dat in ieder geval zeven werknemers van onderaannemers van de hoofdaannemer en twee vakantiewerkers en een stagiair van FC Twente aan het werk waren op een onveilige werkplek.

De monteurs van de staalbouwer hebben de dakplaten voor de afbouw met de grootste hijskraan omhoog laten hijsen en klaargelegd op de onafgebouwde constructie. Waarschijnlijk omdat zij het risico op instorting op basis van ervaring laag schatten.

De staalbouwer heeft ook de stabiliteitsverbanden in het dakvlak weggelaten. Deze zaten namelijk in de weg bij de afbouwwerkzaamheden; bij het aanbrengen van de dakplaten. In het montageplan stond niet expliciet vermeld op welk moment de stabiliteitsverbanden in het dakvlak aangebracht moesten worden.

Daarnaast ontbreekt in het montageplan een beschrijving over hoe moet worden omgegaan met wijzigingen. Wat gebeurt er als de staalbouwer afwijkt van het montageplan? Uit onderzoek blijkt dat de hoofdaannemer en de staalbouwer hier, zowel bij de L- als bij de U-uitbreiding, niet naar hebben gekeken. Zij wisten niet welke gevolgen dit had voor de constructieve veiligheid.

Ook heeft de nettenbouwer op de ochtend van het ongeval aan de staalbouwer gevraagd een stabiliserende staalkabel weg te halen. Op dat moment stond deze staalkabel niet op spanning. Reden voor de monteurs om ervan uit te gaan dat staalspant 8 inmiddels werd gestabiliseerd, doordat de eerste diagonaal van het stabiliteitsverband geplaatst was. De monteurs hebben daarom het verzoek ingewilligd en de staalkabel verwijderd. Hierdoor werd spant 8 niet langer gestabiliseerd.

De staalbouwer heeft gesignaleerd dat de staal-betonverbindingen niet pasten.⁸¹ Uit het onderzoek is gebleken dat de hoofdaannemer en het adviesbureau voor de constructie dit niet als probleem hebben geadresseerd; zij herkenden niet het onderliggende probleem.

Het toezicht op naleving afspraken van het deelbestek constructie was niet belegd waardoor niet werd gesignaleerd dat het deelbestek constructie niet werd nageleefd.

De opdrachtgever heeft niemand opdracht gegeven om de directievoering voor het deelbestek constructie uit te voeren. Hierdoor werd er geen toezicht gehouden op de naleving van de eisen uit het deelbestek constructie. En werd de hoofdaannemer er niet op aangesproken dat hij zich niet hield aan de eisen uit het bestek.

Hoofdaannemer heeft het ontwerp niet beoordeeld op uitvoerbaarheid.

De hoofdaannemer was lid van het bouwteam, toen het ontwerp en het bestek van de L- en de U-uitbreiding tot stand is gekomen. De hoofdaannemer keek in deze fase in hoeverre het bouwwerk uitvoerbaar was, als het ging om de kosten, de produceerbaarheid en de transporteerbaarheid van de benodigde onderdelen. De andere betrokken partijen gingen ervan uit dat de hoofdaannemer verantwoordelijk was voor de borging van de uitvoerbaarheid. De hoofdaannemer heeft voor de

81 De afstand tussen de oplegging van de lange op trek belaste buis en de tribune, die volgens het montageplan en de berekeningen van de constructeur 30 mm zou bedragen, was op sommige plaatsen circa 70 mm.

U-uitbreiding (en de L-uitbreiding) niet getoetst of dit bouwwerk in de bouwfase uitvoerbaar was. Het bestek schrijft voor dat de aannemer zowel de fabricage- en plaatstoleranties van de tribune als van de staalconstructie vastlegt. Op die manier kan de hoofdaannemer ervoor zorgen dat de tribune en de staalconstructie op elkaar passen. Deze toleranties zijn voor de L- en de U-uitbreiding echter niet vastgelegd. Hierdoor kon de hoofdaannemer niet vaststellen of het ontwerp op dit punt uitvoerbaar was en, als dat nodig was, het ontwerp van de tribune of de staalconstructie aan laten passen of eisen te stellen aan de producent van het dak (de staalbouwbouwer). De staalbouwer had zelf geen constructeur in dienst. De staalbouwer heeft geen sterkteberekening gemaakt of laten maken, ondanks dat het bouwwerk een complexe constructie had (en heeft). De staalbouwer wist dus niet hoe stabiel de constructie zou zijn tijdens het bouwproces en welke randvoorwaarden voor de montage nodig waren voorafgaand en tijdens de bouw.

Conclusies:

- Verantwoordelijkheden die wel op papier waren vastgelegd, in contracten en het bestek, werden door de hoofdaannemer en de staalbouwer niet toegewezen aan personen. Hierdoor zijn deze verantwoordelijkheden niet ingevuld.
- De verantwoordelijkheid voor de borging van de uitvoerbaarheid van het ontwerp was niet ingevuld.
- Relevante besluiten voor de constructieve veiligheid werden niet op het juiste niveau in de organisatie genomen.
- De opdrachtgever heeft niet vastgelegd wie erop toeziet dat de afspraken van het deelbestek constructie worden nageleefd. Hierdoor signaleerde niemand dat dit niet werd nageleefd.
- Toen de hoofdaannemer en de staalbouwer de uitvoering gingen voorbereiden (in de voorbereiding op de uitvoeringsfase) hebben zij niet beoordeeld of het ontwerp uitvoerbaar was.

4 CONCLUSIES

Op 7 juli 2011 rond 12.00 uur is tijdens de bouw het dak ingestort van de uitbreiding van De Grolsch Veste, het stadion van FC Twente in Enschede. Bij dit ongeval zijn twaalf medewerkers van grote hoogte naar beneden gevallen. Twee werknemers zijn overleden en negen gewond geraakt waarvan enkele zeer ernstig. Één medewerker had geen lichamelijke letsels.

Directe oorzaken

Uit het onderzoek blijkt dat meerdere factoren samen ervoor gezorgd hebben dat de dakconstructie van De Grolsch Veste op enig moment kon instorten. Drie belangrijke factoren zijn:

Er ontbraken onderdelen.

1. De stabiliteit van de dakconstructie was onvoldoende voor de mate waarin deze al werd belast. Dit kwam doordat koppelbuizen en stabiliteitsverbanden in de dakconstructie ontbraken. Dit werd niet gecompenseerd door tijdelijke stabiliserende voorzieningen.

De onvoltooide dakconstructie werd te zwaar belast.

2. De onvoltooide, nog niet stabiele dakconstructie, werd belast met een video wall, hangbruggen, dakplaten en tien werknemers. Daardoor werd de dakconstructie zwaarder belast dan dat deze op dat moment kon dragen.

De maatafwijkingen van de betonconstructie.

3. Door de maatafwijkingen in de tribune, in combinatie met beperkte stelmogelijkheden in de staalconstructie, paste de staalconstructie slecht op de tribune. Hierdoor moest de staalconstructie met kracht worden gemonteerd. Hierdoor is de gerealiseerde staalconstructie vervormd en de belastbaarheid van de constructie afgenomen.

Organisatie van het bouwproces

Door de wijze waarop het bouwproces verliep, kon er een situatie ontstaan waarin het risico van instorten van het dak niet werd beheerst.

Gebruik instabiele staalconstructie

4. De hoofdaannemer heeft de onvoltooide staalconstructie in gebruik genomen. Hierbij ging hij ervan uit dat deze stabiel was, maar de hoofdaannemer heeft dit niet gecontroleerd.

Belasting groter dan belastbaarheid: de constructie bezwijkt

5. De primaire constructie was beperkt belastbaar, doordat de staalbouwer onderdelen heeft weggelaten die belangrijk waren voor de stabiliteit. De staalbouwer had deze onderdelen nog niet gemonteerd, omdat deze hinderlijk waren bij het bouwen van de trappenhuizen. Daarbij had de staalbouwer geen tijdelijke vervangende maatregelen genomen.
6. De hoofdaannemer had een coördinatie- en controleverplichting: hij moest al het uitvoerende werk coördineren en controleren. Het was duidelijk zichtbaar dat er onderdelen ontbraken in de primaire constructie. De hoofdaannemer heeft echter geen stabiliserende maatregelen getroffen of ervoor gezorgd dat de ontbrekende stabiliserende onderdelen geplaatst werden.

7. De staalbouwer veronderstelde ten onrechte dat de hoofdaannemer de constructeur betrokken had bij het besluit om te starten met de afbouw, terwijl de dakconstructie nog niet klaar was.
8. De hoofdaannemer hield geen toezicht op de montagewijze van de staalbouwer, omdat hij rekende op de professionaliteit en de constructieve kennis van de staalbouwer.
9. De Arbeidsinspectie en de gemeente Enschede hadden op grond van eerdere ervaringen bij de L-uitbreiding geen reden om de manier waarop de bouwwerkzaamheden werden uitgevoerd te inspecteren.

Signalen verminderd belastbare dakconstructie niet opgepikt

10. Tijdens de bouw van de tribune zijn in deze betonconstructie maatafwijkingen ontstaan. Ook had de staalconstructie beperkte stelmogelijkheden om die maatafwijkingen op te vangen. Daardoor paste het dak niet zuiver op de tribune. De staalbouwer heeft de staalconstructie met kracht vervormd, zodat deze toch op de tribune gemonteerd kon worden. Hierdoor stond de staalconstructie onder spanning en werd deze minder belastbaar. De staalbouwer, de hoofdaannemer en het adviesbureau voor de constructie (h)erkenden niet welke gevolgen het had dat het dak niet op de tribune paste. Volgens deze partijen hoefde het werk hiervoor niet aangepast te worden.

Tribune met maatafwijkingen

11. De hoofdaannemer heeft niet gecontroleerd of het ontwerp en het bestek uitvoerbaar waren. Hierdoor is niet tijdig geconstateerd dat de maatbeheersing van de aansluiting van de staalconstructie op de tribune kritisch was. De problemen die tijdens de uitvoering ontstonden, toen onderdelen niet pasten, werden in het werk opgelost.
12. De opdrachtgever sloot individuele contracten met het architectenbureau, de constructeur, de hoofdaannemer en de gedelegeerd opdrachtgever. Hierbij heeft hij zijn verantwoordelijkheid voor veiligheid tijdens de bouw echter niet volledig belegd. De betrokken partijen, die samenwerkten in een bouwteam, hebben dit niet opgemerkt.
13. De hoofdaannemer hield zich niet aan het deelbestek constructie. Er werd niet op toegezien dat het deelbestek constructie werd nageleefd, doordat hiervoor geen directievoerder was aangesteld.

Achterliggende factoren

Samenvattend liggen de volgende achterliggende factoren ten grondslag aan hoe het bouwproces is verlopen:

14. Verantwoordelijkheden die wel op papier waren vastgelegd, in contracten en het bestek, werden door de hoofdaannemer en de staalbouwer niet toegewezen aan personen. Hierdoor zijn deze verantwoordelijkheden niet ingevuld.
15. De verantwoordelijkheid voor de borging van de uitvoerbaarheid van het ontwerp was niet ingevuld.
16. Relevante besluiten voor de constructieve veiligheid werden niet op het juiste niveau in de organisatie genomen.
17. De opdrachtgever heeft niet vastgelegd wie erop toeziet dat de afspraken van het deelbestek constructie worden nageleefd. Hierdoor signaleerde niemand dat dit niet werd nageleefd.
18. Toen de hoofdaannemer en de staalbouwer de uitvoering gingen voorbereiden (in de voorbereiding op de uitvoeringsfase) hebben zij niet beoordeeld of het ontwerp uitvoerbaar was.

Ondanks dat de bouw van het dak was vertraagd, is de hoofdaannemer gestart met de afbouw-werkzaamheden op basis van de oorspronkelijke planning. Hiermee heeft hij de volgorde van de planning losgelaten. Niet langer voerde hij werkzaamheden in een bepaalde volgorde uit maar parallel. Uit onderzoek is gebleken dat de hoofdaannemer daarbij niet heeft bekeken of deze wijziging gevolgen had voor de constructieve veiligheid. Hierdoor kon het gebeuren dat het dak instortte op het moment dat twaalf werknemers van onderaannemers van de hoofdaannemer en drie vrijwilligers aan het werk waren op een onveilige werkplek en het dak instortte.

5 AANBEVELINGEN

De Raad richt aanbevelingen aan de opdrachtgever, hoofdaannemer, de staalbouwer en de brancheorganisatie.

Aan de opdrachtgever FC Twente en de gedelegeerd opdrachtgever The Stadium Consultancy:

1. Breng bij toekomstige werkzaamheden vooraf in kaart onder welke omstandigheden alle partijen de geplande werkzaamheden realistisch kunnen uitvoeren.
2. Zie bij werkzaamheden als opdrachtgever erop toe dat alle afspraken met betrekking tot veiligheid ook daadwerkelijk belegd zijn en gehandhaafd worden.

Aan Te Pas Bouw, Dura Vermeer, Trebbe en Voortman Staalbouw:

Omdat de Bouwcombinatie een gelegenheidscombinatie was voor dit project, richt de Onderzoeksraad de aanbeveling direct aan de bij het voorval betrokken partijen.

3. Laat de Onderzoeksraad weten welke zwakke plekken er bij samenwerking in het bouwproces zijn, waardoor de veiligheid in geding komt. Geef concreet invulling aan de verantwoordelijkheid als aannemer bij het oplossen van deze zwakke plekken:
 - a. Schep de randvoorwaarden waarbinnen partijen en werknemers op de bouwplaats tijdens elke fase van het bouwproces op een veilige manier een bouwwerk realiseren;
 - b. Benoem de verantwoordelijkheden en beleg deze op een eenduidige en voor iedereen inzichtelijke wijze tussen de uitvoerende partijen in een bouwproces.
 - c. Organiseer een systematische en sluitende overdracht tussen de partijen binnen een project. Borg hierbij dat iedere partij zichtbaar verantwoording aflegt over de door hem uitgevoerde activiteiten.

Aan de brancheorganisatie Bouwend Nederland:

4. Neem het initiatief in de vorm van een actieplan in het organiseren en expliciteren van de wijze waarop de taken worden toebedeeld tussen de uitvoerende partijen in een bouwproces. Neem hierbij naast de verbetervoorstellen uit eerdere onderzoeken naar constructieve veiligheid ook de bestaande kennis en expertise verwoord in de gedragscode constructieve veiligheid van de Vereniging van Nederlandse Projectontwikkeling Maatschappijen (NEPROM) mee.
5. Neem het initiatief om de niet bij de brancheorganisatie aangesloten leden toch in dit verbeterproces te betrekken.

Bestuursorganen aan wie een aanbeveling is gericht dienen een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een half jaar na verschijning van deze rapportage aan de betrokken minister kenbaar te maken. Niet-bestuursorganen of personen aan wie een aanbeveling is gericht dienen hun standpunt ten aanzien van de opvolging van de aanbeveling binnen een jaar kenbaar te maken aan de betrokken minister. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de voorzitter van de Onderzoeksraad voor Veiligheid en de minister van Veiligheid en Justitie verstuurd te worden.

BIJLAGE 1: ONDERZOEKSVERANTWOORDING

START ONDERZOEK

Op donderdag 7 juli, de dag van het ongeval, vanaf 16:00 uur en vrijdag 8 juli hebben drie medewerkers van de Onderzoeksraad veldwerk verricht in het stadion van FC Twente De Grolsch Veste. Tijdens dit veldwerk in het stadion is geconstateerd dat de hoofddraagconstructie van de overkapping niet gereed was. Verschillende voor de stabiliteit essentiële onderdelen (koppelbuizen en schoren) ontbraken. Daarnaast was de verankering van de spanten aan de achterzijde van de tribune niet volledig gestabiliseerd.

Op 12 juli 2011 heeft de Onderzoeksraad besloten het onderzoek voort te zetten.

Op 17 augustus 2011 heeft de Onderzoeksraad de volgende tussentijdse aanbeveling gedaan:

De Onderzoeksraad dringt er bij de opdrachtgever en opdrachtnemer van de herbouw van de overkapping van De Grolsch Veste op aan om de stabiliteit en sterkte van de constructie te borgen tijdens alle fases van de opbouw en werkzaamheden op, onder of aan de constructie alleen dan toe te staan wanneer de stabiliteit gegarandeerd is en blijft.

DOELSTELLING ONDERZOEK

De onderzoeken van de Onderzoeksraad hebben tot doel toekomstige voorvallen te voorkomen of de gevolgen daarvan te beperken. De Onderzoeksraad heeft de taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken van individuele of categorieën voorvallen zijn en hoe groot de omvang van de gevolgen is en daaraan zo nodig aanbevelingen te verbinden.

Het doel van dit onderzoek is achterhalen:

- Waarom is het dak ingestort?
- Welke maatregelen hadden de betrokken partijen getroffen om te voorkomen dat het dak zou instorten?
- Ontbraken er maatregelen die het instorten van het dak hadden kunnen voorkomen?

OVERIG ONDERZOEKEN

Openbaar Ministerie, Arbeidsinspectie en Politie zijn een strafrechtelijk onderzoek gestart. Op 12 juli 2011 zijn, op basis van het afstemmingsprotocol, met de Officier van Justitie afspraken gemaakt over het van onderzoeksmateriaal dat de Onderzoeksraad wil ontvangen van Justitie.

AFBAKENING

Het ontwerp van de tweede uitbreiding van De Grolsch Veste het stadion van FC Twente, die op 7 juli 2011 instortte, is gelijk aan de eerste uitbreiding die in 2008 werd voltooid. Om vast te stellen of de oorzaak van het instorten in het ontwerp van de dakconstructie of in de uitvoering daarvan gezocht moet worden, heeft de Onderzoeksraad in samenspraak met het Openbaar Ministerie TNO gevraagd een second opinion te geven op de oorspronkelijke constructie berekening van de staalconstructie.

In het definitieve rapport van TNO is de conclusie: *'Op basis van de second opinion van de oorspronkelijke constructieberekeningen van de overkapping van de U-uitbreiding wordt geconcludeerd dat de berekeningen een aantal punten bevatten die aanleiding geven tot opmerkingen. Een deel van deze punten heeft een negatieve invloed op de resultaten van de constructieberekeningen en dus op het veiligheidsniveau van de hoofddraagconstructie van de overkapping. Teneinde vast te stellen wat de daadwerkelijke invloed is van deze opmerkingen op het veiligheidsniveau van de hoofddraagconstructie van de overkapping, wordt geadviseerd om in overleg te treden met de oorspronkelijke constructeur(s).'*

In een tussentijdse deelrapport heeft TNO aangegeven dat: *'Pas na die reactie kan een definitieve uitspraak gedaan worden over het daadwerkelijk aanwezige veiligheidsniveau van de constructie en of dit voldoet aan de hiervoor geldende normen. In aanvulling op het voorgaande geldt dat vooralsnog niet verwacht wordt dat de opmerkingen resulteren in een dusdanige verlaging van het veiligheidsniveau dat er sprake is van instorting.'*⁸²

Naar aanleiding hiervan heeft het onderzoek van de Raad zich gericht op het ingestorte deel, de U-uitbreiding. De punten waarover TNO een opmerking heeft gemaakt zijn door de Onderzoeksraad met de constructeur besproken.

FC Twente en de gemeente Enschede hebben, met het oog op het weer in gebruik nemen van het stadion, ook een second opinion gevraagd bij een bouwtechnisch adviesbureau. Het adviesbureau concludeert dat *'de constructieve veiligheid van de constructie voldoet aan het in de norm vereiste niveau'*.

Op basis van de conclusies van TNO en het adviesbureau dat door FC Twente en de gemeente Enschede is ingehuurd concludeert de Raad dat de veiligheid van de constructie gewaarborgd is. De Raad heeft dit dan ook niet verder onderzocht.

BEGELEIDINGSKOMMISSIE ONDERZOEK

De Onderzoeksraad heeft voor het onderzoek naar het instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente een begeleidingscommissie in het leven geroepen. Deze commissie bestond uit externe leden met voor het onderzoek relevante deskundigheid en twee leden van de Onderzoeksraad. De externe leden hadden op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie. Gedurende het onderzoek is de commissie vier keer bijeengekomen om met het projectteam van gedachten te wisselen over de opzet en de resultaten van het onderzoek. De commissie vervulde een adviserende rol binnen het onderzoek en was als volgt samengesteld:

| De begeleidingscommissie bestond uit de volgende personen: | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| prof. dr. ing. F.J.H. Mertens | Voorzitter |
| dr. ir. J.P. Visser | Plaatsvervangend voorzitter |
| ir. H.A. van Dijk | |
| prof. dr. ir. A.C.J.M. Eekhout | |
| ir. B.D. Gieskens | |
| prof. dr. ir. J.W.F. Wamelink | |
| ir. P.E.J.M. de Winter | |

PROJECTTEAM

| Het projectteam bestond uit de volgende personen: | |
|---------------------------------------------------|-------------------|
| ing. R. Smits MSHE | Onderzoeksmanager |
| ing. M.C.F. Konijn MSHE | Projectleider |
| ir. L.P. Sluijs | Onderzoeker |
| dr. E.M. de Croon | Onderzoeker |
| ir. T. van Overbeek | Onderzoeker |
| drs. K. van Schaardenburgh-Verhoeve MPS | Analist |

DOCUMENTEN

Naast het onderzoeksmateriaal dat de Onderzoeksraad heeft ontvangen van Justitie zijn door het projectteam opgevraagd:

Van de L-uitbreiding, U-uitbreiding en de herbouw:

- Vergaderverslagen (inclusief de onderliggende stukken zoals plannings) van de diverse overleg organen te weten: bouwteam vergaderingen, bouwvergadering, werkbijeenkomsten, coördinatie-bijeenkomsten, vof-overleg, bouwvergadering FC Twente;
- Het montageplan voor de staalconstructie;

Van de L-uitbreiding en de U-uitbreiding:

- Het bestek (incl. planning);

Van de U-uitbreiding:

- Contracten tussen de betrokken partijen;

DEELONDERZOEKEN DOOR DERDEN

Gezamenlijk met het Openbaar Ministerie, Arbeidsinspectie en Politie zijn de volgende vragen uitgezet bij TNO:

1. Beoordelen van het ontwerp van de constructie van de overkapping in de beoogde eindsituatie.
2. Beoordelen van de daadwerkelijk gerealiseerde constructie ten tijde van de instorting.
3. Analyseren van de oorzaak van de instorting.

De analyse van de oorzaak van de instorting door TNO is gebaseerd op een analyse van video-beelden afkomstig van camera's van FC Twente. De Onderzoeksraad en het Openbaar Ministerie hebben het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) verzocht om aan de hand van een analyse van de pixels van de digitale video-beelden van de instorting vast te stellen welk deel van, het op de beelden zichtbare deel, het dak als eerste heeft bewogen (x, y of z richting). NFI schrijft: *'Met behulp van verschilbeeldenanalyse is gekeken welke pixels binnen het aangegeven kader veranderen. De eerste bewegingen rond het moment van instorten die met deze methode zichtbaar gemaakt zijn en die niet verklaard kunnen worden door ruis in het videosignaal, compressie in het videobeeld of geringe lichtveranderingen zijn aangegeven in figuur 7 van deze rapportage. Dit komt overeen met de beelden rond tijdsaanduiding 11.53.47 in de video-beelden afkomstig van het systeem[AADC0028NL], [AADC0029NL] en [AADC0030NL].*

De met deze methode gevonden eerste bewegingen zijn niet noodzakelijkerwijs de eerste bewegingen van de constructie. Het is mogelijk dat kleine bewegingen, bewegingen loodrecht op het beeldvlak en bewegingen van constructiedelen die aan het zicht onttrokken zijn niet of onvoldoende door de camera-systeem geregistreerd zijn.'

Om de positie van de gerealiseerde betonconstructie ten opzichten van de ontwerptekening vast te stellen is aan de hoofdaannemer gevraagd of de betonconstructie was ingemeten. De hoofdaannemer kon geen meetresultaten overleggen. Direct na het ongeval heeft KLPD DVO LVBT een 3D scan gemaakt van de ongevallocatie. Aan KLPD DVO LVBT is gevraagd om op basis van deze 3D scan de positie van betonconstructie (spanten uitbreiding 2^e ring) ten opzichten van de ontwerptekeningen in kaart te brengen.

Aanvullend heeft Fugro in de periode van 20 februari tot en met 23 februari 2012 de positie van de tribune ingemeten (zie bijlage 9). De Onderzoeksraad heeft de meetresultaten van de KLPD en Fugro geanalyseerd. Naar aanleiding van de reacties op het conceptrapport heeft de Onderzoeksraad Zonneveld Ingenieurs gevraagd eveneens een analyse van de meetresultaten van Fugro uit te voeren (zie bijlage 9).

INTERVIEWS

Tijdens de eerste ronde interviews, in de periode augustus – september zijn, twintig betrokken personen geïnterviewd. Het betrof medewerkers die direct betrokken waren bij de uitvoeringsfase van het project.

Op basis van de analyse van het onderzoeksmateriaal en de eerste ronde interviews heeft, in de periode december 2011 – januari 2012 een tweede interviewronde plaats gevonden. Tijdens de tweede ronde interviews zijn elf betrokken personen geïnterviewd. Vier van de elf personen werden voor een tweede keer geïnterviewd.

Daarnaast heeft de Onderzoeksraad gebruik gemaakt van informatie uit 129 verhoren met betrokkenen afgenomen door de politie in de eerste weken na de instorting.

ANALYSE

Voor de analyse is gebruik gemaakt van drie instrumenten: tijdlijnanalyse met behulp van *Sequentially Timed Events Plotting (STEP)*, *Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP)* en Tripod BETA. Deze instrumenten worden hierna nader uitgelegd.

Tijdlijnanalyse

Voor de analyse is een tijdlijn gemaakt. Ook is het voorval gereconstrueerd met behulp van *Sequentially Timed Events Plotting (STEP)*. Bij STEP worden de gebeurtenissen sequentieel in de tijd tweedimensionaal geplot. Daarbij geeft de horizontale as de tijd weer en de verticale as de actoren waarop de gebeurtenissen betrekking hebben. De informatie over de opeenvolgende gebeurtenissen in de tijdlijn komt van verschillende bronbestanden, zoals (lucht)foto's, documenten en interviewverslagen.

Systems-Theoretic Accident Model and Process (STAMP)

STAMP veronderstelt dat ongevallen het gevolg zijn van onregelde interacties tussen componenten in een systeem. Volgens STAMP ontstaan ongevallen als gevolg van ontoereikende beheersing (control) of ontoereikende handhaving van veiligheidsgerelateerde restricties (constraints) op de ontwikkeling, het ontwerp en de uitvoering van het systeem. Veiligheid is volgens STAMP een 'beheersingsprobleem' en ongevallen ontstaan wanneer de verantwoordelijke partijen niet adequaat omgaan met falende componenten, externe onregelingen, en/of disfunctionele interacties tussen componenten in het systeem.

Een STAMP-analyse wordt uitgevoerd in vier stappen. In de eerste stap wordt het systeemgevaar geïdentificeerd. In de tweede stap worden de beheersmaatregelen van het systeem geïdentificeerd. In de derde stap wordt de structuur die ervoor moet zorgen dat de beheersmaatregelen gerealiseerd worden, geïdentificeerd. In de vierde stap wordt geïdentificeerd welke componenten in het systeem gefaald hebben of welke interacties tussen componenten in het systeem onregelde waren.

Tripod BETA

Bij dit onderzoek maakten de onderzoekers gebruik van de Tripod-Beta analysemethode. Tripod BETA is een praktisch instrument om ongevalonderzoek te ondersteunen dat gebaseerd is op de Tripod theorie. Tripod BETA is een instrument om op gestructureerde wijze een ongeval of incident te onderzoeken en te analyseren. Het Tripod diagram van dit onderzoek is in een aparte bijlage (10) opgenomen.

Voor alle instrumenten geldt: ze zijn geen doel op zich, maar een hulpmiddel bij het begrijpen van het ontstaan van het voorval en identificeren van verbeterrichtingen. Grafische weergaves gemaakt met behulp van de instrumenten tijdens het onderzoeksproces geven inzicht in beschikbare informatie, reikwijdte van het onderzoek, en redeneringen van het onderzoeksteam. Op verschillende momenten tijdens het proces worden verschillende instrumenten toegepast. Er is niet één instrument dat van begin tot eind voor alle facetten kan worden ingezet. De eindrapportage, met conclusies en aanbevelingen, komt daarom nooit één op één overeen met grafische weergaves gemaakt met de verschillende analyse-instrumenten.

BIJLAGE 2: INZAGEREACTIES

In de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid is bepaald dat direct betrokkenen bij een voorval gedurende vier weken in de gelegenheid worden gesteld om schriftelijk te reageren op de bevindingen in een conceptrapport van de Onderzoeksraad. Hierbij kunnen de betrokkenen eventuele feitelijke onjuistheden aangeven. De Onderzoeksraad kan deze onjuistheden in het definitieve rapport herstellen.

Het conceptrapport (zonder beschouwing en aanbevelingen) is na advies van de begeleidingscommissie en na goedkeuring van de Onderzoeksraad, ter beoordeling voorgelegd aan de betrokkenen. De volgende partijen hebben een conceptrapport ontvangen:

- FC Twente
- The Stadium Consultancy
- IAA Architecten
- Aveco de Bondt
- De Bouwcombinatie bestaande uit:
 - Te Pas Bouw;
 - Dura Vermeer Bouw Hengelo;
 - Trebbe Oost & Noord.
- Voortman Staalbouw BV
- Van der Meijden Beton Montage
- Inspectie SZW (voorheen Arbeidsinspectie)
- Gemeente Enschede

De Onderzoeksraad heeft de ontvangen reacties, voor zover relevant, verwerkt in het definitieve eindrapport. De reacties die niet zijn overgenomen, worden hierna benoemd en voorzien van de reden waarom de Onderzoeksraad het rapport op deze punten niet heeft aangepast.

De reacties op het inzagerapport zijn onder te verdelen in drie categorieën. Ten eerste tekstuele opmerkingen en feitelijke onjuistheden. Deze zijn doorgaans aangepast en overgenomen. De tweede categorie betreft opmerkingen naar aanleiding van onduidelijkheden in de weergave van feiten. De tekst in het eindrapport is op deze punten verduidelijkt of aangescherpt. De laatste categorie ten slotte betreft het commentaar dat niet verwerkt wordt. Hierna volgt een overzicht van dit commentaar dat niet verwerkt wordt en de motivatie waarom dit niet gebeurt. Het commentaar is gerangschikt per paragraaf.

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titel | <p><i>Inspectie SZW</i> 'Instorten van het dak ...'</p> <p><i>Argumentatie</i> Wellicht dak vervangen door dakconstructie of overkapping.</p> | <p>In verband met eenduidigheid worden de begrippen dak en overkapping bewust niet beide gebruikt in het rapport. In het rapport worden alleen de begrippen dak en dakconstructie gehanteerd. In de titel wordt voor dak gekozen i.v.m. begrijpelijkheid voor een breed publiek.</p> |
| 2.4 | <p><i>The Stadium Consultancy</i> zaken. Deze bouwinspecties behelzen het constructieve toezicht</p> <p><i>Argumentatie</i> het is correct dat er niet omschreven is wat verstaan wordt onder bouwinspecties. Maar deze tekst suggereert dat het voor partijen onduidelijk was wat bedoeld werd. Zoals uit de bouwverslagen en inspectierapporten valt af te leiden was dit geheel duidelijk voor alle betrokken partijen.</p> | <p>Tekst verduidelijken. Invoegen tussen bouwinspecties en verstaan 'en constructieve zaken'.</p> |
| 2.5 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Bouwteamvergaderingmaandelijks)' wijzigen in 'Ontwerpteamvergaderingmaandelijks'</p> <p><i>Argumentatie</i> In deze fase was er geen sprake van een bouwteam, maar een ontwerpteam. Daarbij ligt aan een bouwteam een contract ten grondslag. Bij dit project was van een dergelijke overeenkomst geen sprake. Aveco de Bondt was geen deelnemer aan een eventueel bouwteam.</p> | <p>In eerste instantie sprake was van een bouwteam- en later van een bouwvergadering. De aanwezigheid van het concept-bouwteamovereenkomst en de naam van de vergadering opgenomen in de notulen (bouwteamvergadering) geeft aan dat er sprake was van een bouwteamvergadering. Aveco de Bondt was volgens de concept bouwteamovereenkomst en de notulen van de bouwvergadering deelnemer.</p> |
| 2.5 | <p><i>Aveco de Bondt</i> In het schema wordt 3x 'bouw(team) vergadering' genoemd, dit dient gewijzigd te worden in 'bouwvergadering'.</p> <p><i>Argumentatie</i> In deze fase was er geen sprake van een bouwteam, maar van een ontwerpteam. Daarbij ligt aan een bouwteam een contract ten grondslag. Bij dit project was van een dergelijke overeenkomst geen sprake. Aveco de Bondt was geen deelnemer aan een eventueel bouwteam.</p> | <p>In het schema wordt zowel de ontwerp- als uitvoeringsfase gezien. Hierbij was er in eerste instantie sprake van een bouwteam- en later van een bouwvergadering. De aanwezigheid van het concept-bouwteamovereenkomst en de naam van de vergadering opgenomen in de notulen (bouwteamvergadering) geeft aan dat er sprake was van een bouwteamvergadering. Aveco de Bondt was volgens de concept bouwteamovereenkomst en de notulen van de bouwvergadering deelnemer.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | <p><i>Aveco de Bondt</i> Onderdeel verwijderen: 'in combinatie met onvoldoende stelmogelijkheden'</p> <p><i>Argumentatie</i> Er zijn voldoende stelmogelijkheden in het verticale vlak. In het horizontale vlak (loodrecht op de spanten) is weinig stelmogelijkheid aanwezig in de staalconstructie, echter bij voldoende nauwkeurige opbouw van de betonconstructie en dus de posities van de ankerschoenen (toleranties volgens de geldende normen) zijn nauwelijks stelmogelijkheden noodzakelijk. Mochten de kolommen echter iets scheef komen te staan ten gevolge van de maatafwijkingen, dan is de invloed op de krachtwerking erg klein.</p> | Tekstvoorstel: beperkte stelmogelijkheden in het verticale vlak en geen stel mogelijkheden in het horizontale vlak |
| 3.1 | <p><i>Inspectie SZW</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ontbreken ... • ... • ... staalconstructie <p><i>Argumentatie</i> Wellicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ontbreken van (stabiliserende) onderdelen van de primaire draagconstructie; • Ontbreken van voldoende adequate, stabiliserende, tijdelijke voorzieningen; • Spanten pasten niet direct op de tribune; • Belasting van de onafgebouwde primaire draagconstructies. | Suggestie wordt niet overgenomen. |
| 3.1 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (Maatafwijkingen in ... constructie af.) De stelling dat sprake was van maatafwijkingen in de tribune is feitelijk onjuist, waardoor de hier geformuleerde conclusie geen geldingskracht heeft.</p> <p><i>Argumentatie</i> Hier wordt volstaan met verwijzing naar de desbetreffende opmerkingen bij paragraaf 3.1, regels 27-35, alsook naar de paragrafen 3.4 en 3.5.</p> | De stelling met betrekking tot maatafwijkingen is beter onderbouwd in het rapport. |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Door.....vangen.' Deze zin svp verwijderen.</p> <p><i>Argumentatie</i> Er zijn voldoende stelmogelijkheden in het verticale vlak. In het horizontale vlak (loodrecht op de spanten) is weinig stelmogelijkheid aanwezig in de staalconstructie, echter bij voldoende nauwkeurige opbouw van de betonconstructie en dus de posities van de ankerschoenen (toleranties volgens de geldende normen) zijn nauwelijks stelmogelijkheden noodzakelijk. Mochten de kolommen echter iets scheef komen te staan ten gevolge van de maatafwijkingen, dan is de invloed op de krachtwerking erg klein.</p> | <p>Tekstvoorstel: beperkte stelmogelijkheden in het verticale vlak en geen stel mogelijkheden in het horizontale vlak</p> |
| 3.2 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De staalconstructie ... opbouw uitgevoerd.) De twee zinnen wijzigen in: De staalconstructie werd door de hoofdaannemer in gebruik genomen, waarbij de hoofdaannemer ervan uitging dat deze voldoende stabiel was, aangezien de staalbouwer haar niet over mogelijke instabiliteit van de staalconstructie had geïnformeerd. De afbouw werkzaamheden werden verricht alleen daar waar de opbouw gereed was.</p> <p><i>Argumentatie</i> Zie voor de onderbouwing de hiervóór met betrekking tot deze paragraaf 3.2. gegeven opmerkingen, wordt hier nog aanvullend opgemerkt dat uit de planning op papier niet blijkt dat de afbouw eerst zou plaatsvinden nadat de gehele staalconstructie was voltooid.</p> | <p>Tekstvoorstel: Ondanks dat de staalbouwer nog niet klaar was met de bouw van de staalconstructie van het dak, nam de hoofdaannemer de constructie al in gebruik. De hoofdaannemer ging ervan uit dat de staalconstructie van het dak voldoende stabiel was. Hij heeft dit echter niet gecontroleerd.</p> |
| 3.2 | <p><i>Inspectie SZW</i></p> <p><i>Argumentatie</i> Sterkte ≠ stabiliteit</p> | <p>Er wordt geen aanpassing gevraagd. De Onderzoeksraad is het eens met de stelling dat sterkte niet hetzelfde is als stabiliteit. Dat wordt ook niet gesteld.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De hoofdaannemer ... staalbouwer geëist.) Deze zin te vervangen door: De hoofdaannemer heeft de sterkteberekening zelf niet gemaakt; het maken van een sterkteberekening behoorde tot het takenpakket van de staalbouwer. De staalbouwer had eerder bij de L-uitbreiding een sterkteberekening gemaakt.</p> <p><i>Argumentatie</i> Het maken van een sterkteberekening valt binnen de reikwijdte van de opdracht aan de staalbouwer om de staalconstructie te tekenen, te produceren, te leveren en te monteren. Zie ook de opmerking bij paragraaf 3.6, p. 33, regels 21-22.</p> | <p>In het contract van de Bouwcombinatie met Voortman staat niet dat Voortman een sterkteberekening moet maken. N.a.v. deze reactie heeft OVV de sterkteberekening opgevraagd bij de Bouwcombinatie. De Bouwcombinatie kan deze berekening niet overleggen.</p> |
| 3.2 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De staalbouwer ... in dienst.) Deze zin te vervangen door: De staalbouwer had zelf constructeurs in dienst.</p> <p><i>Argumentatie</i> De staalbouwer is een gerenommeerd, gecertificeerd, bedrijf met veel ervaring op het gebied van (complexe) staalconstructies en het bedrijf beschikt zelf over ervaren constructeurs (zie hiervoor hun website http://www.voortmanstaalbouw.nl/nl/staalbouwer/engineering.html) Hier wordt voorts ook verwezen naar paragraaf 2.4, pagina 20, regels 2-5, van dit onderzoeksrapport: de staalbouwer is met de hoofdaannemer overeengekomen dat de staalbouwer verantwoordelijk is voor het treffen van alle benodigde en vereiste veiligheidsmaatregelen bij de montage van de dakconstructie. Deze verantwoordelijkheid kan bezwaarlijk los worden gezien van het bewaken van de constructieve veiligheid tijdens de montage.</p> | <p>Uit onderzoek blijkt dat Voortman in de periode voor het ongeval geen constructeur in dienst had.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.3 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De staalbouwer ... de afbouw.) Deze conclusie is feitelijk onjuist.</p> <p><i>Argumentatie</i> In aansluiting op bovenstaande opmerkingen met betrekking tot paragraaf 3.3., is de conclusie onjuist dat de hoofdaannemer op enigerlei wijze betrokken zou zijn geweest bij besluitvorming omtrent het weglaten van onderdelen in de staalconstructie. Evenmin is juist dat op enige wijze de suggestie zou zijn gewekt dat door de hoofdaannemer de constructeur (een nevenaannemer) betrokken zou zijn bij het besluit om onderdelen weg te laten.</p> | <p>Tekstvoorstel: De staalbouwer veronderstelde ten onrechte dat door de hoofdaannemer de constructeur betrokken was bij het besluit om te starten met de afbouw terwijl de dakconstructie nog niet klaar was.</p> |
| 3.4 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (zonder dat ... te vangen.) Deze zinsnede verwijderen.</p> <p><i>Argumentatie</i> Zoals eerder hiervóór opgemerkt bij de bespreking van paragraaf 3.4, pp. 30-31, regels 31-58 en regels 1-21, heeft de hoofdaannemer de maatvoering in de betonconstructie van de tribune gecontroleerd en zijn geen maatafwijkingen aangetroffen.</p> | <p>De stelling met betrekking tot maatafwijkingen beter onderbouwen in het rapport.</p> |
| 3.4 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'De....paste.' Verwijderen '... en het adviesbureau voor de constructie.'</p> <p><i>Argumentatie</i> Deze zin bevat feitelijke onjuistheden. Er waren aan Aveco de Bondt geen signalen verstrekt, waaruit volgt dat er passingsproblemen tijdens de realisatie van de bouw waren opgetreden. Er waren enkel maatafwijkingen gemeld, die meteen door Aveco de Bondt zijn verholpen. Uit de gemelde maatafwijkingen kon niet worden afgeleid, dat de staalconstructie sterk vervormd op de betonconstructie werd geplaatst. Zie toelichting 3.3.4, pag. 30, r. 49 - 51.</p> | <p>Tekst verduidelijken.</p> |
| 3.4 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (Conclusies ... betekenis toegekend.) Deze conclusie dient komen te vervallen.</p> <p><i>Argumentatie</i> Hier wordt volstaan met verwijzing naar de hiervóór gegeven opmerkingen.</p> | <p>De stelling met betrekking tot maatafwijkingen is beter onderbouwd in het rapport.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 3.4 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Uit.....herkend.' Verwijderen '...en het adviesbureau voor de constructie...'</p> <p><i>Argumentatie</i> Aveco de Bondt was niet geïnformeerd over passingsproblemen tijdens de realisatie van de bouw. Conform de berekening voor het eindresultaat van Aveco de Bondt waren er voldoende stelmogelijkheden opgenomen. Blijkt echter dat de gerealiseerde betonconstructie in praktijk afwijkt van de opgeven maatvoering, dan kan dit leiden tot passingsproblemen.</p> | Tekst verduidelijken (signalen uitschrijven) |
| | <p>Per email zijn een aantal maatafwijkingen gemeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mail d.dd. 21.04.2011 van Voortman aan Aveco de Bondt mbt afwijkingen van de ingestorte ankers. Deze mail bevat het advies om de stalen ankerschoenen aan te passen op afwijkende ingestorte ankers in de betonconstructies, juist om passingsproblemen te voorkomen. De meting die hieraan ten grondslag ligt, is uitgevoerd op betonelementen die toen nog bij de prefableverancier in de fabriek aanwezig waren. Deze meting is dus niet uitgevoerd na plaatsing op de bouwplaats. • Mail d.d. 16.05.2011 van Voortman aan Aveco de Bondt mbt voeg onder console. De maat is een theoretische maat en geen maximale maat. De theoretisch benodigde maat is 30 mm, door afwijkingen in de onderdelen bleek het nodig om de voeg groter te maken, hierdoor is de punt van het spant op de juiste hoogte gesteld, zodat er juist zonder spanning gemonteerd kon worden. • Mail d.d. 07.07.2011 van Voortman aan Aveco de Bondt mbt aansluiting op bestaand. Dit had betrekking op een advies voor een lokale aanpassing om zonder spanning te kunnen monteren. <p>Uit deze gegevens kan niet herleid worden dat de staalconstructie sterk vervormd op de betonconstructie geplaatst is. Nu het bij Aveco de Bondt niet bekend was dat de aansluitingen staal-beton niet pasten, kan niet worden gesteld dat deze signalen niet door het adviesbureau voor de constructie werd herkend.</p> | |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.5 | <p><i>FC Twente</i> De hoofdaannemer ...was vastgelegd.</p> <p><i>Argumentatie</i> Toezicht op de naleving van de afspraken uit het deelbestek constructie zouden niet zijn belegd door ontbreken directievoerder Constructieve zaken. Deze taak lag echter bij de constructief opzichter (opdracht bouwinspecties). Deze richtte zich echter in eerste instantie niet op check montageplan omdat volgens het bestek de verantwoordelijkheid voor de stabiliteit en dus montageplan bij de aannemer lag.</p> | <p>Dit blijkt niet uit de afgesloten contracten. De uitvoering van inspectie op constructieve zaken was gericht op het eindresultaat en ging niet in op organisatorische aspecten van de bouw zelf. Hiervoor ontbrak dus de directievoering.</p> |
| 3.5 | <p><i>Aveco de Bondt</i> Zin 'Voor de.....van het ontwerp.' vervangen door de zin 'Voor de L- en de U-uitbreiding is geen bouwteamovereenkomst vastgesteld, waardoor er ook geen sprake was van een bouwteam.'</p> <p><i>Argumentatie</i> Er was geen bouwteamovereenkomst, dus kan er ook geen sprake zijn van een bouwteam.</p> | <p>Er waren Bouwteamvergaderingen en een concept Bouwteamovereenkomst die niet tijdig getekend is als gevolg van discussie met betrekking tot de kostenclausule.</p> |
| 3.5 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (In het ... de staalbouwer.) Deze passage dient komen te vervallen.</p> <p><i>Argumentatie</i> In deze passage wordt, opnieuw en ten onrechte, ervan uitgegaan dat sprake zou zijn geweest van maatafwijkingen in de constructie van de tribune en wordt, opnieuw en mogelijk ten onrechte, geen aandacht geschonken aan het feit dat volgens het TNO-rapport de staalbouwer onderdelen met een afwijkende code en onjuiste maatvoering heeft gehanteerd in de staalconstructie. (Zie de hiervóór onder paragraaf 3.4 gegeven opmerkingen).</p> | <p>De stelling met betrekking tot maatafwijkingen is beter onderbouwd in het rapport. De feiten zijn onjuist weergegeven door TNO.</p> |
| 3.5 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De hoofdaannemer ... werk opgelost.) Deze conclusie dient komen te vervallen.</p> <p><i>Argumentatie</i> Onder verwijzing naar de hierboven gegeven opmerkingen, is de conclusie gebaseerd op feitelijke onjuistheden.</p> | <p>De stelling met betrekking tot maatafwijkingen is beter onderbouwd in het rapport.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.5 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Doorbouwteam...vastgelegd.' Vervangen door 'Door.....ontwerpteam..... vastgelegd.'</p> <p><i>Argumentatie</i> Er was geen bouwteamovereenkomst, dus kan er ook geen sprake zijn van een bouwteam.</p> | <p>Er waren Bouwteamvergaderingen en een concept Bouwteamovereenkomst die niet tijdig getekend is als gevolg van discussie met betrekking tot de kostenclausule.</p> |
| 3.5 | <p><i>The Stadium Consultancy</i> 'Toezicht...aangesteld' dient te vervallen</p> <p><i>Argumentatie</i> Opdrachtgever had wel degelijk Aveco de Bondt aangesteld voor toezicht. Directievoering behelst andere taken dan toezicht, zie ook eerdere opmerkingen hier aangaande. Bovendien lag de verantwoordelijkheid voor de uitvoering/maakbaarheid/stabiliteit bij de aannemer. Conform uw rapport pag. 20, regels 43-44, is er geen Biab eis tot aanleveren van informatie over montage of wijze van bouwen bij aanvraag bouwvergunning, dus kan opdrachtgever de verantwoordelijkheid op het toezien op de wijze van bouwen nalaten of delegeren naar aannemer zoals in dit geval is gedaan.</p> | <p>Dit blijkt niet uit de afgesloten contracten. De uitvoering van inspectie op constructieve zaken was gericht op het eindresultaat en ging niet in op organisatorische aspecten van de bouw zelf. Hiervoor ontbrak dus de directievoering.</p> |
| 3.6 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De staalbouwer... bekend waren.) Deze passage is feitelijk onjuist.</p> <p><i>Argumentatie</i> Zoals eerder opgemerkt bij paragraaf 3.2, p. 26, regels 35-36, beschikt de staalbouwer zelf over constructeurs. Zoals eerder opgemerkt bij deze paragraaf 3.6, p. 33, regels 21-22, was de sterkteberekening van de L-uitbreiding van toepassing op de U-uitbreiding.</p> | <p>Uit onderzoek blijkt dat Voortman in de periode voor het ongeval geen constructeur in dienst had.</p> |
| 3.6 | <p><i>The Stadium Consultancy</i> Het gestelde is onjuist, zie hierboven</p> | <p>Dit blijkt niet uit de afgesloten contracten. De uitvoering van inspectie op constructieve zaken was gericht op het eindresultaat en ging niet in op organisatorische aspecten van de bouw zelf. Hiervoor ontbrak dus de directievoering.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.6 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De hoofdaannemer... staalbouwer geëist.) Deze zin is feitelijk onjuist.</p> <p><i>Argumentatie</i> De door de staalbouwer gemaakte sterkteberekening van de L-uitbreiding is door de staalbouwer ook toegepast op de U-uitbreiding.</p> | <p>In het contract van de Bouwcombinatie met Voortman staat niet dat Voortman een sterkteberekening moet maken. N.a.v. deze reactie heeft OVV de sterkteberekening opgevraagd bij de Bouwcombinatie. De Bouwcombinatie kan deze berekening niet overleggen.</p> |
| 3.6 | <p><i>The Stadium Consultancy</i> Het gestelde is onjuist, zie hierboven.</p> <p><i>Argumentatie</i> Toezicht op deelbestek constructie lag vast in de bouwinspecties, hierover is geen constructieve directievoering noodzakelijk. Analoog aan taken bouwkundige directievoering en toezicht.</p> | <p>In de voorbereiding had naar de maatbeheersing gekeken moeten worden. De bouwinspecties worden tijdens de uitvoering gehouden, dat is te laat.</p> |
| 4 | <p><i>Aveco de Bondt</i> Verwijderen zinsnede 'en door onvoldoendeop te vangen...'</p> <p><i>Argumentatie</i> Onjuiste weergave van de feiten, er waren namelijk voldoende stelmogelijkheden aanwezig.</p> | <p>Conclusie beter onderbouwen en uitleggen in het rapport.</p> |
| 4 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Aan...toegekend.' Verwijderen '... en de constructeur ...'</p> <p><i>Argumentatie</i> Deze zin bevat feitelijke onjuistheden. Er waren aan Aveco de Bondt geen signalen verstrekt, waaruit volgt dat er passingsproblemen tijdens de realisatie van de bouw waren opgetreden. Er waren enkel maatafwijkingen gemeld, die meteen door Aveco de Bondt zijn verholpen. Uit de gemelde maatafwijkingen kon niet worden afgeleid, dat de staalconstructie sterk vervormd op de betonconstructie werd geplaatst. Zie ook reactie op 3.3.4 / pag. 30 / r. 49 – 51.</p> | <p>Conclusie beter onderbouwen en uitleggen in het rapport.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Door.....bouwteam.....vastgelegd' Vervangen door: 'Door.....ontwerpteam... vastgelegd.'</p> <p><i>Argumentatie</i> In deze fase was er geen sprake van een bouwteam, maar een ontwerpteam. Daarbij ligt aan een bouwteam een contract ten grondslag. Bij dit project was van een dergelijke overeenkomst geen sprake. Aveco de Bondt was geen deelnemer aan een eventueel bouwteam.</p> | <p>Er waren Bouwteamvergaderingen en een concept Bouwteamovereenkomst die niet tijdig getekend is als gevolg van discussie met betrekking tot de kostenclausule.</p> |
| 4 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (Maatafwijkingen ... constructie af.) Deze conclusie 2. dient komen te vervallen.</p> <p><i>Argumentatie</i> Er waren geen maatafwijkingen in de betonconstructie / tribune.</p> | <p>De stelling met betrekking tot maatafwijkingen beter onderbouwen in het rapport.</p> |
| 4 | <p><i>The Stadium Consultancy</i> Het gestelde is onjuist, zie hierboven</p> <p><i>Argumentatie</i> Toezicht was wel belegd. Verantwoordelijkheid voor stabiliteit lag bij aannemer.</p> | <p>Dit blijkt niet uit de afgesloten contracten. De uitvoering van inspectie op constructieve zaken was gericht op het eindresultaat en ging niet in op organisatorische aspecten van de bouw zelf. Hiervoor ontbrak dus de directievoering.</p> |
| 4 | <p><i>Bouwcombinatie</i> (De ... afbouw.) Deze conclusie 6. is feitelijk onjuist.</p> <p><i>Argumentatie</i> Hier wordt volstaan met verwijzing naar de opmerking bij paragraaf 3.3, p. 30, regels 17-19.</p> | <p>Tekstvoorstel: De staalbouwer veronderstelde ten onrechte dat door de hoofdaannemer de constructeur betrokken was bij het besluit om te starten met de afbouw terwijl de dakconstructie nog niet gereed was.</p> |
| Bijlage 1 | <p><i>Aveco de Bondt</i> 'Pas na de reactie.....' Vervangen door: verslag interviewverslag meenemen in beoordeling</p> <p><i>Argumentatie</i> In het interview dat op 6 februari 2012 heeft plaatsgevonden tussen (.....), en zijn de door TNO gestelde vragen beantwoord. Deze lijken niet te zijn meegenomen.</p> | <p>Deze bijlage beschrijft de onderzoeksverantwoording en niet de analyse van het voorval. Het gesprek van de Onderzoeksraad met de constructeur is eveneens in deze bijlage vermeld in de laatste alinea van pagina 39.</p> |

| Para-graaf | Commentaar Partij | Reactie Onderzoeksraad |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bijlage 5 | <p><i>Bouwcombinatie</i> Vóór de zin 'Uit deze ... (bijlage 6).'</p> <p>toevoegen de zin: TNO concludeert in zijn rapport: 'Het niet monteren van die koppelstaven [lees: de koppelstaven tussen de knooppunten 2 van de spanten] heeft erin geresulteerd dat de constructie ten tijde van de instorting gevoelig was voor instabiliteit, terwijl dat met die koppelstaven niet het geval geweest zou zijn. (...) Indien de koppelstaven wel aanwezig zouden zijn/de situatie inclusief koppelstaven, dan zou de constructie ongevoelig zijn geweest voor instabiliteit.'</p> <p><i>Argumentatie</i> De onderzoeksgegevens van TNO als weergegeven in het rapport van uw onderzoeksraad onder het kopje 'Beoordeling van de gevoeligheid voor instabiliteit', zijn niet volledig. Immers, de belangrijke eindconclusie van TNO als hiernaast geciteerd, kan op dit onderdeel niet ontbreken.</p> | De aanvullende berekening in opdracht van de Onderzoeksraad laat in een completere modellering zien dat de dakconstructie met 'de in werkelijkheid ontbrekende onderdelen' nog steeds gevoelig is voor instabiliteit (zie pag. 54; regel 35-40). |
| Bijlage 5 | <p><i>Inspectie SZW</i> ... konden roteren.</p> <p><i>Argumentatie</i> Roteren >> scharnieren om bepaalde punten.</p> | Scharnieren zou de indruk kunnen wekken dat er bewust een scharnier is aangebracht, dat is niet het geval. |
| Bijlage 5 | <p><i>Inspectie SZW</i></p> <p><i>Argumentatie</i> Op deze foto is te zien dat het achterstedeel van de staalspanten uitgebogen was. Kan het zijn dat deze doorbuiging ook te maken heeft met de 'normale' doorbuigingen die volgens de NEN 6702 niet meer mag zijn dan $0.004 \cdot L_{eff}$? In dit geval 240 mm.</p> | De genoemde 'normale' uitbuiging gaat op in het geval er belasting optreedt door het eigen gewicht. Het gaat daarbij om doorbuiging over de lengte van het staalspant (verticale vlak). In dit geval wordt de uitbuiging veroorzaakt door de excentriciteit in de constructie (horizontale vlak zie TNO rapport). |

BIJLAGE 3: BEOORDELINGSKADER

Deze bijlage beschrijft het kader waartegen de Onderzoeksraad zijn bevindingen uit het onderzoek toetst. Het beoordelingskader voor dit onderzoek bestaat uit drie delen. Allereerst wordt de wet- en regelgeving beschreven die relevant is voor het bouwproces. Ten tweede is een overzicht gegeven van normen, richtlijnen en inzichten uit de branche op dit gebied. Ten slotte wordt het beoordelingskader voor het veiligheidsmanagement beschreven zoals de Onderzoeksraad dat hanteert.

WET- EN REGELGEVING

Uit het wettelijk kader volgt dat de bouwregelgeving de kwaliteit van het bouwwerk borgt en dat de gemeente Enschede (Cluster Bouwen en Milieu, afdeling Handhaving) hier toezicht op houdt. De wet- en regelgeving omtrent arbeidsomstandigheden borgt de arbeidsveiligheid op de werkplek (de bouwplaats) en hierop houdt de Arbeidsinspectie toezicht.

Woningwet en Besluit Omgevingsrecht

De bouwvergunning voor de U-uitbreiding van De Grolsch Veste werd op 9 september 2010 aangevraagd. Het traject vergunningverlening bestreek het tijdvak van de aanvraag tot de start van de bouw op 9 februari 2011. Op het moment van aanvraag van de bouwvergunning gold de Woningwet. Het is verboden te bouwen zonder of in afwijking van een door burgemeester en wethouders verleende bouwvergunning staat in artikel 40 van deze wet. Dit betekent dat er een bouwvergunning was vereist voor de uitbreiding van De Grolsch Veste. Op 1 oktober 2010 is het Besluit Omgevingsrecht in werking getreden en is de Woningwet herzien.

In de nadere regels van de woningwet, het 'Besluit indieningvereisten aanvraag bouwvergunning' (regeling vervallen per 01-10-2010), werd omschreven aan welke eisen de aanvraag van de bouwvergunning moet voldoen.

In artikel 2, lid 1 van de Woningwet staat: *'Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu technische voorschriften gegeven omtrent het bouwen van woningen, woonketen, woonwagens en andere gebouwen. Deze algemene maatregel van bestuur is het Bouwbesluit 2003.'*

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit 2003 bevat bouwtechnische voorschriften waaraan alle bestaande en nieuwe bouwwerken in Nederland minimaal moeten voldoen. In het bouwbesluit wordt verwezen naar NEN normen, die op deze manier ook deel uitmaken van het bouwbesluit, mits de normen zijn opgenomen in bijlage 1 van de Regeling Bouwbesluit 2003.⁸³ Hoofdstuk 2 van het Bouwbesluit bevat voorschriften uit het oogpunt van veiligheid. In artikel 2.1, lid 1 staat: *Een te bouwen bouwwerk heeft een bouwconstructie die gedurende de in NEN 6700 bedoelde referentieperiode voldoende bestand is tegen de daarop werkende krachten.* De NEN 6700 is op 6 april 2010 ingetrokken en onder andere vervangen door NEN-EN 1990, *Grondslagen van het constructief ontwerp*. Artikel 1.4, lid 1 van het Bouwbesluit stelt dat: *Indien een in dit besluit genoemde NEN wordt vervangen door een NEN-EN als bedoeld in artikel 4, eerste lid, van de richtlijn bouwproducten, treedt die NEN-EN in plaats van die NEN.* Het begrip referentieperiode is in NEN-EN 1990 omschreven als: *'gekozen tijdsperiode die wordt gebruikt als grondslag voor statistische waardebeoordeling van veranderlijke belastingen en eventueel voor buitengewone belastingen'*.

83 Volgt uit Regeling Bouwbesluit 2003, art. 1.2, lid 1.

Bouwverordening van de gemeente

In de bouwverordening die de gemeenteraad van de gemeente Enschede heeft vastgesteld, staat:

- *Hoe iemand een vergunning moet aanvragen.*
- *Waarvoor voldaan moet worden bij sloopwerkzaamheden.*
- *Waarvoor voldaan moet worden tijdens en na de uitvoering van de bouwwerkzaamheden.*
- *Wat aanvragers moeten doen om bouwwerken brandveilig te maken.*
- *Welke verboden er zijn voor het bouwen op verontreinigde grond.*

Het hoofdstuk wat ingaat op 'waarvoor voldaan worden tijdens en na de uitvoering van de bouwwerkzaamheden' geeft eisen om zoveel mogelijk hinder voor de omgeving te voorkomen. De bouwverordening bevat ook een artikel (4.8) over 'Veiligheid op het bouwterrein'. Het eerste lid hiervan zegt: *'Het bouwen en het verrichten van alles wat daarmee in verband staat, moet geschieden op veilige wijze, onder meer zodanig dat de nodige veiligheidsmaatregelen zijn genomen ten behoeve van de weg en de in de weg gelegen werken en de weggebruikers en ten behoeve van naburige bouwwerken, open erven en terreinen en hun gebruikers.'*

De handhaving van de Woningwet en de regelgeving die hieruit voortvloeit, berust bij het college van burgemeester en wethouders van de gemeente waar het bouwwerk wordt gerealiseerd. Het college beschikt over de nodige toezicht- en sanctiebevoegdheden om haar handhavingstaak te kunnen vervullen.

Arbeidsomstandighedenwet

De Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) bevat regels voor werkgevers en werknemers om de gezondheid, de veiligheid en het welzijn van werknemers en zelfstandig ondernemers te bevorderen. De werkgever is degene voor wie iemand arbeid moet verrichten, direct of via een derde partij.⁸⁴ De werknemer is degene die de arbeid verricht,⁸⁵ hetzij op basis van een overeenkomst of aanstelling, als ingeleend personeel of werkend onder gezag.

De werkgever moet een beleid voeren dat gericht is op zo goed mogelijke arbeidsomstandigheden.⁸⁶ Onderdeel daarvan is een risico-inventarisatie en -evaluatie met een beschrijving van de gevaren en de risicobeperkende maatregelen.⁸⁷ De werkgever moet hierover de werknemers doeltreffend voorlichten⁸⁸, verstrekt zo nodig persoonlijke beschermingsmiddelen en ziet toe op naleving van de instructies en voorschriften.⁸⁹

De werkgever moet arbeidsongevallen registreren en ernstige ongevallen melden aan de toezichthouder.⁹⁰

Arbeidsomstandighedenbesluit

Het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit) is een uitwerking van de Arbowet en geeft concrete regels voor de bevordering van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn van werknemers en zelfstandig ondernemers. De volgende artikelen van het Arbobesluit zijn relevant voor dit onderzoek:

Arbobesluit artikel 2.26 Algemene uitgangspunten over veiligheid en gezondheid bij het ontwerpen van een bouwwerk:

De opdrachtgever zorgt ervoor dat in de ontwerpfasen rekening wordt gehouden met de verplichting voor de arbeidsomstandigheden die gelden in de uitvoeringsfase, in het bijzonder de verplichtingen, bedoeld in de artikelen 3,5, eerste en derde lid, en 8 van de wet.

84 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 1, lid 1a, 1.

85 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 1, lid 1b.

86 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 3, lid 1.

87 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 5, lid 1.

88 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 5, lid 6.

89 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 8.

90 Arbeidsomstandighedenwet, artikel 9.

In artikel 3 van de Arbeidsomstandigheden wet is omschreven waar het arbobeleid van de werkgevers aan moet voldoen. Artikel 5 heeft betrekking op de inventarisatie en evaluatie van risico's en de eisen ten aanzien van voorlichting en onderricht van werknemers door de werkgever staat omschreven in artikel 8 van de wet.

Arbobesluit artikel 3.28. Stabiliteit en stevigheid:

1. *Werkplekken op een bouwplaats die niet op de begane grond zijn gesitueerd, zijn stabiel en stevig, waarbij rekening wordt gehouden met een aantal werknemers dat zich daar bevindt, de maximale belasting en de verdeling daarvan alsmede met externe invloeden. Zonodig zijn ten behoeve van de stabiliteit doeltreffende bevestigingsmiddelen aangebracht.*
2. *De stabiliteit en stevigheid worden regelmatig en in ieder geval na iedere relevante verandering van hoogte of de diepte van de in het eerste lid bedoelde werkplekken, doeltreffend gecontroleerd.*

De Arbeidsinspectie (AI) houdt onder andere toezicht op de naleving van verschillende wetten op het terrein van arbeidsbescherming, waaronder de Arbowet. De AI voert onderzoek uit naar aanleiding van klachten of (melding van) ernstige ongevallen. De AI voert inspecties uit daar waar grote risico's voor de veiligheid en gezondheid van de werknemers wordt verwacht. De speerpunten in deze inspectieactiviteiten worden jaarlijks opnieuw vastgesteld in het jaarplan. De opdrachtgever zorgt ervoor dat de AI vóór aanvang van de werkzaamheden op de bouwplaats in kennis wordt gesteld van de voorgenomen bouwwerkzaamheden.⁹¹

RICHTLIJNEN EN INZICHTEN UIT DE BRANCHE

Bij de productie van de constructieve onderdelen heeft de staalbouwer de '*NEN-EN 1090 Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies*' gevolgd.⁹²

In het bestek van de U-uitbreiding wordt verwezen naar de volgende NEN normen:

- NEN 2881 Maattoleranties voor de bouw, Begripsomschrijvingen en algemene regels;
- NEN 2886 Maximaal toelaatbare maatafwijkingen voor gebouwen, Steenachtige draagconstructies;
- NEN 2887 Maximaal toelaatbare maatafwijkingen voor het uitzetten op de bouwplaats;
- NEN 2888 Maximaal toelaatbare maatafwijkingen voor het stellen van draagconstructies van gebouwen;
- NEN 2889 Betonelementen, Maximaal toelaatbare maatafwijkingen;
- NEN 3682 Maatcontrole in de bouw, Algemene regels en aanwijzingen.

Overige

Naar aanleiding van een aantal instortingen zijn er rondom constructieve veiligheid initiatieven ontstaan in de branche, waarvan het Plan van Aanpak Constructieve Veiligheid,⁹³ het Compendium Aanpak Constructieve Veiligheid⁹⁴ (beide van de Betonvereniging) en de Gedragscode Constructieve Veiligheid⁹⁵ (van de Vereniging van Nederlandse Projectontwikkeling Maatschappijen NEPROM) resultaten zijn. De Gedragscode Constructieve Veiligheid van de NEPROM verplicht de opdrachtgever om bij elk project invulling te geven aan een sluitende verdeling van taken en verantwoordelijkheden. Ook moet een goede kwaliteitsborging worden georganiseerd en moet worden gedocumenteerd hoe de constructieve veiligheid is georganiseerd in het hele traject van ontwerp en uitvoering.

91 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 2.27.

92 Overeenkomst tussen Voortman Staalbouw en Bouwcombinatie.

93 Betonvereniging, VROM Inspectie, et al. (2006). *Plan van Aanpak Constructieve Veiligheid*. Gouda.

94 Betonvereniging, et al. (2008). *Compendium Aanpak Constructieve Veiligheid*. Gouda.

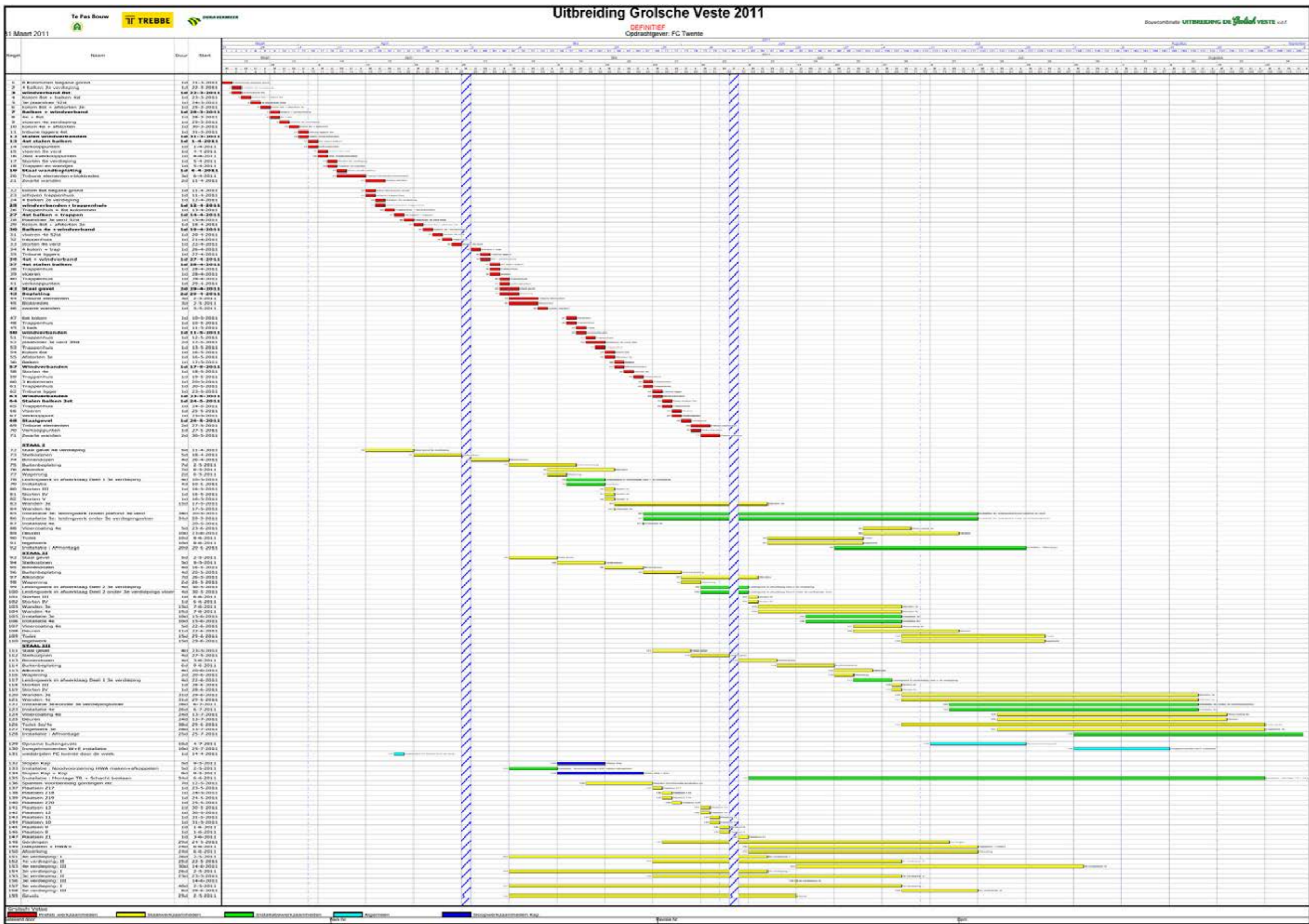
95 NEPROM (2008). *Gedragscode Constructieve Veiligheid*. Voorburg.

De structuur en de invulling van het veiligheidsmanagementsysteem spelen een cruciale rol bij het aantoonbaar beheersen en continu verbeteren van de veiligheid. Dit geldt voor alle organisaties die actief of meer van een afstand betrokken zijn bij activiteiten waarbij een potentieel gevaar voor de burger in Nederland kan ontstaan. Het betreft hier organisaties van diverse aard en omvang en met verschillende rollen en verantwoordelijkheden zoals ministeries, provincies, gemeenten en private bedrijven. De vereiste wijze van invulling van het veiligheidsmanagementsysteem in een bepaald onderzoeksgebied is direct afhankelijk van de context. Deze context wordt onder meer bepaald door de aard, de omvang en de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen. Ook de fase in de levenscyclus (focus op ontwerp, uitvoering, beheer, etc.) zijn bepalend voor de context. Gebaseerd op (inter)nationale wet- en regelgeving en in een groot aantal breed geaccepteerde en geïmplementeerde normen heeft de Onderzoeksraad een aantal veiligheidsaandachtspunten gedefinieerd die invulling zouden moeten krijgen in het veiligheidsmanagementsysteem van betrokken organisaties. Het betreft de volgende aandachtspunten:

1. **Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak:** Startpunt voor het bereiken van de vereiste veiligheid is:
 - i. een verkenning van het systeem en daarna
 - ii. een inventarisatie van de bijbehorende risico's. Op basis hiervan wordt vastgesteld welke gevaren beheerst dienen te worden en welke preventieve en repressieve maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.
2. **Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak:** Ter voorkoming en beheersing van ongewenste gebeurtenissen dient een realistisch en praktisch toepasbare veiligheidsaanpak ofwel veiligheidsbeleid, inclusief de bijbehorende uitgangspunten, vastgelegd te worden. Deze veiligheidsaanpak dient op managementniveau vastgesteld en aangestuurd te worden. Deze veiligheidsaanpak is gebaseerd op:
 - i. relevante vigerende wet- en regelgeving,
 - ii. beschikbare normen, richtlijnen en 'best practices' uit de branche, en eigen inzichten en ervaringen van de organisatie en de voor de organisatie specifiek opgestelde
 - iii. veiligheidsdoelstellingen.
3. **Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak:** Het uitvoeren en handhaven van de veiligheidsaanpak en het beheersen van de geïdentificeerde risico's vindt plaats door:
 - i. een beschrijving van de wijze waarop de gehanteerde veiligheidsaanpak tot uitvoering wordt gebracht, met aandacht voor de concrete doelstellingen, plannen inclusief de daaruit voortvloeiende preventieve en repressieve maatregelen.
 - ii. transparante, eenduidige en voor ieder toegankelijke verdeling van verantwoordelijkheden op de werkvloer voor de uitvoering en handhaving van veiligheidsplannen en maatregelen.
 - iii. duidelijke vastlegging van de vereiste personele inzet en deskundigheid voor de verschillen taken.
 - iv. een duidelijk en actieve centrale coördinatie van veiligheidsactiviteiten.
4. **Aanscherping veiligheidsaanpak:** De veiligheidsaanpak dient continu aangescherpt te worden op basis van:
 - i. de periodiek en in ieder geval bij iedere wijziging van uitgangspunten, uitvoeren van (risico) analyses, observaties, inspecties en audits (proactieve aanpak).
 - ii. een systeem van monitoring en onderzoek van incidenten, bijna ongevallen en ongevallen, alsmede een deskundige analyse daarvan (reactieve aanpak). Op basis hiervan worden evaluaties uitgevoerd en wordt eventueel door het management de veiligheidsaanpak
 - iii. bijgesteld. Tevens worden verbeterpunten aan het licht gebracht waarop actief kan worden gestuurd.

5. **Management sturing, betrokkenheid en communicatie:** Het management van de betrokken partijen/organisatie dient:
- i. intern zorg te dragen voor duidelijke en realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambitie, zorg te dragen voor een klimaat van continue verbetering van de veiligheid op de werkvloer door in ieder geval het goede voorbeeld te geven en ten slotte voldoende mensen en middelen hiervoor beschikbaar te stellen.
 - ii. extern duidelijk te communiceren over de algemene werkwijze, wijze van toetsing daarvan, procedures bij afwijkingen etc. op basis van heldere en vastgelegde afspraken met de omgeving.

BIJLAGE 4: PLANNING UITBREIDING DE GROLSCH VESTE



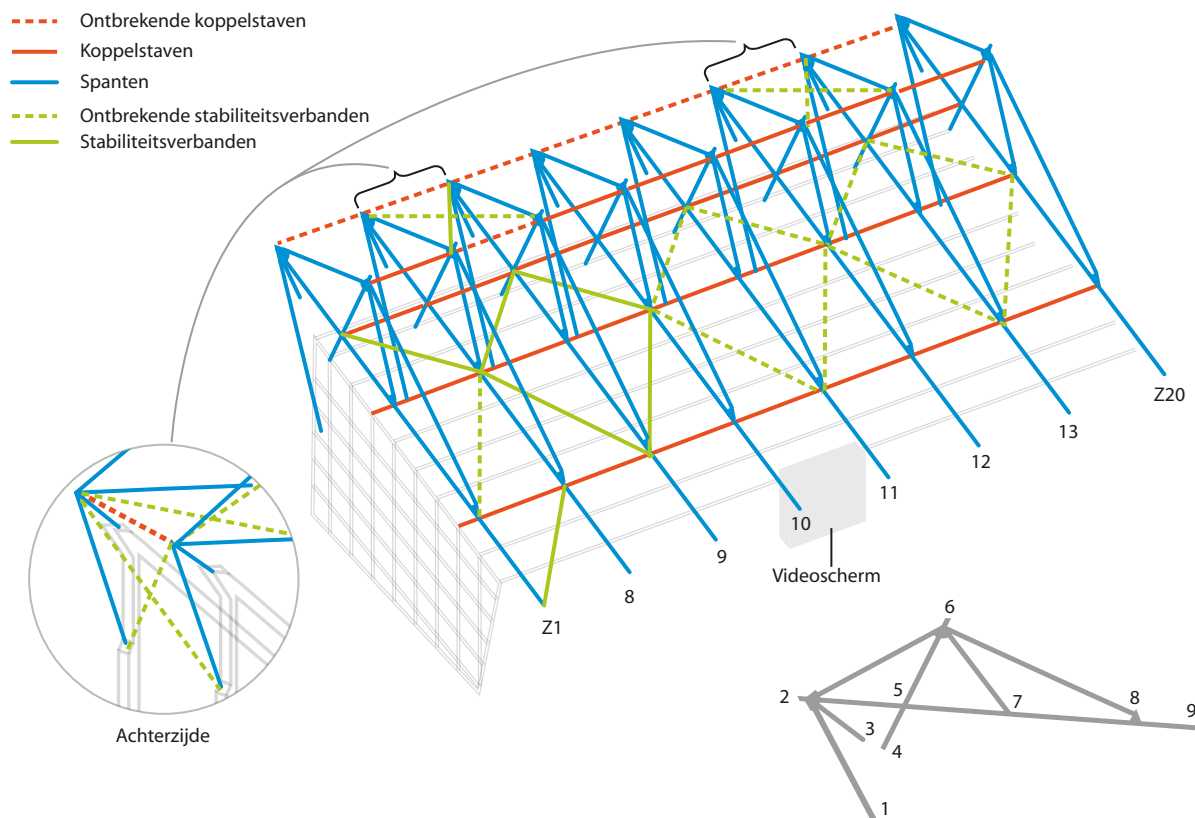
BIJLAGE 5: TECHNISCHE OORZAAK VAN HET INSTORTEN VAN HET DAK

Het dak van de uitbreiding van De Grolsch Veste is door een samenloop van omstandigheden ingestort. In deze bijlage leest u de welke specifieke technische factoren dit ongeval in de hand hebben gewerkt. De volgende onderwerpen kon aan bod:

- de stabiliserende onderdelen die ontbraken;
- de belasting van de constructie;
- hoe gevoelig de constructie was voor instabiliteit;
- de uitbuigende staalspanten van het achterste deel;
- de L-uitbreiding en herbouw van het dak.

ONDERDELEN EN TIJDELIJKE STABILISERENDE VOORZIENINGEN ONTBRAKEN

Op de dag van het ongeval is onder andere door onderzoekers van de Onderzoeksraad tijdens het veldwerk in het stadion geconstateerd dat de primaire draagconstructie van het dak voor het instorten niet gereed was. Verschillende koppelbuizen en stabiliteitsverbanden ontbraken.



Figuur 13: Bovenaanzicht van de aanwezige buizen in de primaire draagconstructie en van de buizen zoals aangegeven op de ontwerptekening

In het rechte stuk van de aanbouw ontbraken alle horizontale koppelbuizen tussen de staalspanten. In de nok ontbrak één koppelbuis tussen staalspanten 8 en 9. Uit verklaringen blijkt dat de staalbouwer op het rechte stuk de koppelbuizen aan de achterkant, tussen de uitkragingen, weggelaten heeft om ruimte te maken voor een rupskraan. Deze kraan hees prefab betonelementen omhoog voor twee trappenhuisen die tegen de tribune aangebouwd werden. Als de staalbouwer de koppelbuizen aan de achterkant van de spanten zou monteren, zou de hijskraan daar hinder van ondervinden bij het opbouwen van de trappenhuisen.

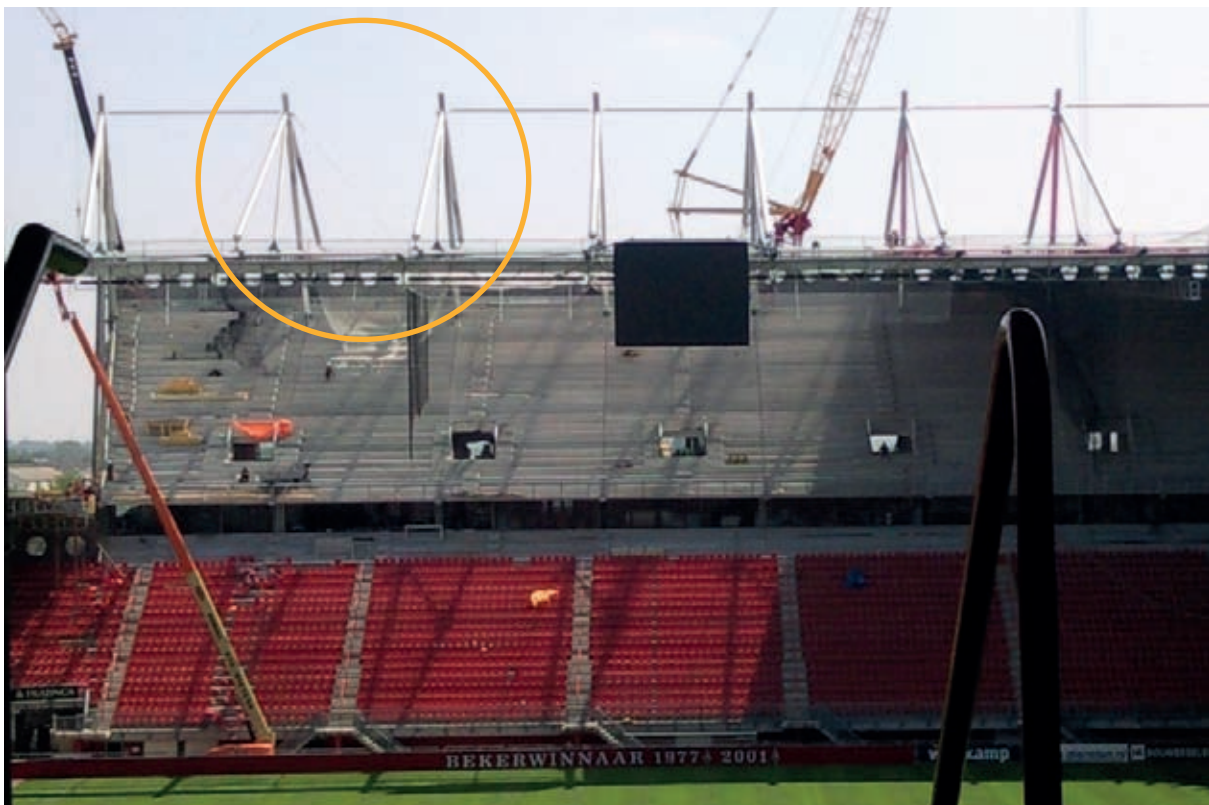
In het dakvlak ontbraken verschillende stabiliteitsverbanden. Aan de buitenkant van het stadion, waar de stalen spanten uitsteken (uitkragingen), ontbraken alle zes stabiliteitsverbanden in het diagonale vlak. Uit verklaringen blijkt dat de staalbouwer de stabiliteitsverbanden in het dakvlak pas zou monteren, als de dakplaten gemonteerd waren. Op die manier konden de stabiliteitsverbanden de montage van de dakplaten niet bemoeilijken.

De gordingen in het dakvlak waren aangebracht en grotendeels vastgezet. De rails voor de hangbruggen waren aanwezig en op 7 juli werd in het achterdeel van het dakvlak, ter hoogte van de spanten 8 en 9, de stabiliteitsverbanden van de secundaire constructie aangebracht. Op 7 juli waren ook de dakrand, de video wall, de vier hangbruggen en de betonnen achterwand aanwezig. De eindwand werd gemonteerd.

Ontbrekende tijdelijke stabiliserende voorzieningen

Bij het monteren van de dakspanten werd gebruik gemaakt van tijdelijke stabiliserende voorzieningen. Dit waren staalkabels die op spanning werden gehouden met een Tirfor staaldraadtakel.⁹⁶ Het toepassen van staaldraadkabels als tijdelijke stabiliserende voorziening stond niet beschreven in het montageplan.

De permanente stabiliteitsverbanden aan de buitenkant, in de overgang van wand naar dak, ontbraken. Hierdoor stonden de staalspanten 8 en 9 niet volledig stabiel. Uit verklaringen blijkt dat de monteurs van de staalbouwer op 6 juli zijn begonnen om diagonale stabiliteitsverbanden te plaatsen aan de buitenkant, tussen de staalspanten 8 en 9. Tijdens deze werkzaamheden ontbrak de verbindende koppelbuis in de nok tussen deze twee staalspanten.



Figuur 14: Koppelbuis in de nok ontbreekt op 5 juli 2012⁹⁷

96 Tirfor staaldraadtakel is gereedschap voor hijsen, trekken en spannen (grote capaciteit).

97 Foto: Politie Twente

Het was niet gelukt om deze koppelbuis op 28 juni⁹⁸ te plaatsen, omdat de koppelbuis te lang⁹⁹ was. Zonder deze verbinding in de nok bleven de twee laatste staalspanten, 8 en Z1, niet stabiel. Op foto's is te zien dat staalspant 8 tijdelijk werd gestabiliseerd met twee staaldraden die op spanning gehouden werden met een combinatie van een Tirfor- en een kettingtakel.¹⁰⁰ Eén staalkabel verbond de top van spant 8 met de onderkant van spant Z1. De tweede staalkabel verbond de top van spant 8 met de onderkant van spant 9 ter hoogte van de staander die op de tribune rust.

Uit verklaringen blijkt dat in de namiddag van 6 juli één diagonaal, van de top van spant 8 naar de achterkant van spant 9, van de te plaatsen stabiliteitsverbanden werd aangebracht (zie figuur 15). Op het moment van plaatsen bleek echter de afstand tussen beide bevestigingspunten van de diagonaal groter dan de lengte van de diagonaal.



Figuur 15: Eerste diagonaal van het stabiliteitsverband tussen spant 8 en 9¹⁰¹

Omdat de eerste diagonaal niet goed paste, werd (horizontaal) een staalkabel aangebracht van het achteruiteinde van spant 9 en het midden van spant 10. Op die manier werd de achterkant van staalspant 9 naar staalspant 10 getrokken en kon de eerste diagonaal toch gemonteerd worden. Hiervoor werd de (stabiliserende) staalkabel gebruikt die gespannen stond tussen de top van staalspant 8 en de onderkant van staalspant 9. Nadat de monteurs de eerste diagonaal hadden aangebracht, begonnen ze aan de tweede diagonaal om het stabiliteitsverband compleet te maken. De tweede diagonaal is vervolgens weer weggehaald omdat te hard ging waaien om verder te werken met de kraan.¹⁰²

In de morgen van 7 juli zijn de monteurs niet verder gegaan met het plaatsen van de tweede diagonaal van het stabiliteitsverband. Hiervoor was namelijk geen kraan beschikbaar. In plaats daarvan hebben de monteurs de kleine stabiliteitsverbanden aangebracht tussen de gordingen in het dakvlak.

98 Bron: foto's.

99 Bron: verklaringen.

100 Kettingtakel is gereedschap voor hijsen, trekken en spannen (kleine capaciteit).

101 Foto afkomstig van de Politie Twente

102 De Onderzoeksraad heeft bij het KNMI en op radarbeelden afkomstig van Meteo Consult geverifieerd of het hard waaide.

Tegelijkertijd werden er net onder het dakvlak veiligheidsnetten opgehangen aan de staalspanten. Dit was omdat de dakplaten aangebracht gingen worden. Het bedrijf dat de veiligheidsnetten ophing, wilde de netten ophangen onder de spanten 10, 9, 8 en Z1. Hierbij zat echter een staalkabel in de weg. Dit was de staalkabel die staalspant 8 stabiliseerde door de top van spant 8 met de onderkant van spant Z1 te verbinden. Aan de staalbouwer werd gevraagd om deze staalkabel weg te halen. Op dat moment stond deze staalkabel niet op spanning. Hierdoor gingen de monteurs ervan uit dat staalspant 8 inmiddels werd gestabiliseerd door de eerste diagonaal van het stabiliteitsverband. De monteurs hebben daarom het verzoek ingewilligd en de staalkabel verwijderd. Hierdoor werd spant 8 niet langer gestabiliseerd. Vervolgens is ongeveer 2 minuten voor de instorting van het dak het veiligheidsnet onder de spanten 9, 10 en 11 losgemaakt.

BELASTING VAN DE STAALCONSTRUCTIE

Naast het eigengewicht werd de staalconstructie extra belast. Uit onderzoek is gebleken dat op 7 juli werd gewerkt in de hangbruggen. De werknemers bewogen de hangbruggen heen en weer onder het dak tussen de staalspanten 10 en 13. De hangbruggen wogen samen circa 3.000 kilo. Op een video-opname van de bewakingscamera's in het stadion is te zien dat de hangbruggen in de tien minuten voorafgaande aan het voorval geen grote verplaatsingen hebben gemaakt. Dit zou een extra (dynamische) belasting op de onvoltooide dakconstructie betekenen.

Daarnaast waren op de dakconstructie dakplaten uitgelegd. De totale massa van de dakplaten bedroeg bijna 35.000 kilo. Deze massa was verdeeld over een groot deel van de staalconstructie. Negen pakketten met dakplaten lagen klaar langs de staalspanten om van daaruit uitgelegd te worden over het dakvlak.

Ook hing de video wall al aan de dakconstructie; deze was op 29 juni opgehangen. De video wall woog inclusief het draagframe ruim 8.000 kilo. Ten slotte werd het dak belast met het gewicht van in totaal tien werknemers.

Verschillende getuigen hebben aangegeven dat zij een knal hoorden, voordat het dak bewoog en vervolgens bezweek. Omdat in de nabijheid van het dak met verschillende kranen werd gewerkt, is uitgezocht of de constructie door een kraan was aangestoten. Voorafgaande aan het ongeval hees bijvoorbeeld een rupskraan aan de buitenkant van het stadion betonelementen voor een trappenhuis tegen de achterwand van het stadion. Op de constructie en de kraan zijn echter geen sporen aangetroffen die erop duiden dat de kraan de constructie heeft aangestoten. Ook was er een telescoopkraan aan het werk aan de kopse kant van de uitbreiding; deze kraan was tijdens het bezwijken juist weggedraaid van de constructie.

BEOORDELING STABILITEIT VAN DE CONSTRUCTIE

Voor de beoordeling van de stabiliteit van de constructie is de Eulerse Knikfactor (n) berekend. De Eulerse Knikfactor is een theoretische waarde voor de gevoeligheid voor instabiliteit van de constructie. Bij $n=10$ is de constructie ongevoelig voor instabiliteit.¹⁰³ Bij een n -waarde kleiner dan 10, worden de krachten in de constructie groter, doordat deze constructie vervormt. De invloed van deze vervormingen neemt exponentieel toe, als de n -waarde lager wordt. $n=1,0$ is de kritische waarde: dan kan de constructie de belasting net dragen. Ligt de Eulerse Knikfactor lager dan 1, dan bezwijkt de constructie zeker op (in)stabiliteit.

103 NEN-EN 1993-1-1. Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen. Delft.

TNO heeft berekend hoe gevoelig de dakconstructie was voor instabiliteit. Hiervoor zijn vijf berekeningen uitgevoerd. In de eerste berekening heeft TNO bepaald hoe gevoelig de constructie was voor instabiliteit in de gerealiseerde situatie (spant 9 tot spant Z20) met de daadwerkelijk aanwezige belastingen.¹⁰⁴ TNO heeft deze beoordeling aan de hand van een zogenoemde Euler stabiliteitsanalyse uitgevoerd met een rekenmodel.¹⁰⁵ Uit deze beoordeling volgt dat de gerealiseerde situatie 'gevoelig was voor instabiliteit'¹⁰⁶ (zie bijlage 6).

Daarna heeft TNO op verzoek van de Onderzoekraad deze berekening nogmaals uitgevoerd voor de staalspanten Z20 tot en met Z1 inclusief de eindwand. Uit deze tweede beoordeling volgt eveneens dat de gerealiseerde situatie 'gevoelig was voor instabiliteit'.¹⁰⁷

Beoordeling met de ontbrekende onderdelen van de staalconstructie

In de derde berekening heeft TNO de eerste berekening herhaald (de gerealiseerde situatie (spant 9 tot spant Z20) met de daadwerkelijk aanwezige belastingen) maar hierbij gerekend alsof de koppelbuizen tussen de staalspanten aan de buitenkant van het stadion wel gemonteerd waren. Deze situatie is 'ongevoelig voor instabiliteit'; de Eulerse knikfactor bedraagt 12,0.

In de vierde berekening heeft TNO op verzoek van de Onderzoekraad deze berekening nogmaals uitgevoerd voor de staalspanten Z20 tot en met Z1 inclusief de eindwand, inclusief de koppelbuizen tussen de staalspanten aan de buitenkant van het stadion en inclusief de koppelbuis in de nok tussen spant 8 en 9. Uit deze beoordeling volgt dat deze situatie nog steeds 'gevoelig was voor instabiliteit'; de Eulerse knikfactor bedraagt 4,98.

Beoordeling zonder belasting van de staalconstructie

In de vijfde ten slotte heeft TNO bepaald welk effect de extra belasting had op bovengenoemde berekening. Hiervoor berekende TNO de gevoeligheid voor stabiliteit van de staalspanten Z20 tot en met Z1 inclusief de eindwand, maar:

- exclusief de video wall met frame;
- exclusief de video wall met frame en de hangbruggen;
- exclusief de video wall met frame en de hangbruggen en de dakplaten;

TNO concludeert: 'De aanvullende berekeningen voor de gerealiseerde situatie zonder vidi-wall en frame, hangbruggen en dakplaten geven, ten opzichte van de gerealiseerde situatie en de daadwerkelijk aanwezige belastingen, een stijgende waarde van de Eulerse knikfactor van 1,69 naar respectievelijk 2,14, 2,21 en 2,58'.

De rapporten van TNO zijn opgenomen in bijlage 6. TNO heeft de berekeningen gemaakt met een model dat ervan uitgaat dat de gerealiseerde situatie, met uitzondering van de ontbrekende onderdelen, overeenkwam met de ontwerptekeningen. In werkelijkheid is dat nooit het geval waardoor de berekende waarde waarschijnlijk een gunstiger beeld geeft.

UITBUIGING VAN HET ACHTERSTE DEEL VAN DE SPANTEN

Getuigen hebben verklaard dat de achterkant van spanten 'krom' stonden. Op 5 juli is vanuit een kraan onderstaande foto gemaakt van het dak.¹⁰⁸ Op deze foto is te zien dat het achterste deel van de staalspanten uitgebogen was. In bijlage 7 is een grote versie van deze foto opgenomen.

104 Eigen gewicht van de constructie, gewicht dakplaten, de gootconstructie (inclusief frame voor reclameborden) en de video wall, gewicht hangbruggen en gewicht werknemers

105 Het eindige elementenpakket DIANA.

106 Eulerse knikfactor $n=1,67$.

107 Eulerse knikfactor $n=1,69$.

108 Met behulp van referentielijnen is getoetst of de lens vervormt. Er was geen sprake van vervorming.



Figuur 16: Bovenaanzicht dak met kromme spanten (Bron: Politie Twente)

In de volgende paragraaf staat beschreven wat het krom staan van de spanten verklaard. Dit is veroorzaakt door:

- maatafwijkingen van de tribune;
- wijze van montage;
- invloed van het ontwerp van de staalconstructie op de wijze van montage.

Maatafwijkingen van de tribune

Het dak en de tribune moeten goed op elkaar passen zodat de constructie belast wordt zoals ontworpen. Om te komen tot correcte maatvoering zijn er verschillende normen opgesteld. Extra belasting door spanning in de constructie heeft namelijk een negatief effect belastbaarheid en op de langere termijn een negatief effect op de constructie (krachten op materiaal en verbindingen). Normaliter wordt voorafgaand aan het plaatsen van een (complexe) staalconstructie het betonwerk ingemeten en de maatafwijkingen gecontroleerd. Op die manier loopt de staalbouwer niet tegen passingsproblemen aan, als hij de staalconstructie plaatst op het betonwerk.

De Bouwcombinatie heeft aangegeven dat deze metingen van de betonconstructie zijn verricht, maar kon de meetgegevens niet overleggen. De staalbouwer heeft het betonwerk niet laten inmeten. Wel heeft de staalbouwer vooraf de posities van de ingegoten draadeinden in de prefab betonelementen met houtenmallen vastgesteld om zo nog voor de montage de voetplaten van de opleggingen tussen staalspant en betonwerk aan te kunnen passen.

Tijdens het onderzoek bleven er vragen bestaan over het niet wel of niet goed passen van de staalconstructie. Daarom is besloten om een deel van de tribune alsnog in te meten. Daarnaast is de positie van de betonconstructie nagemeten en vergeleken met de tekeningen. Op die manier kon de Onderzoeksraad vaststellen of de gerealiseerde situatie overeenkwam met de beoogde situatie. Ook is onderzoek gedaan naar de opleggingen en zijn alle beschikbare foto's van het dak geanalyseerd.

De Onderzoeksraad heeft aan Fugro gevraagd de tribune in te meten (zie bijlage 9). Uit de meetgegevens van Fugro heeft de Raad geconcludeerd blijkt dat de afstand tussen twee naast elkaar gelegen kolommen tussen de min 20 millimeter en plus 15 millimeter afwijkt van de tekening.

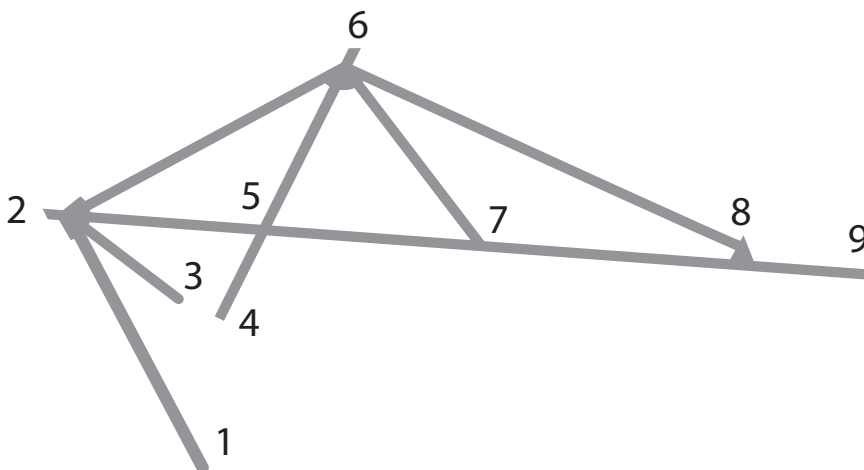
Naar aanleiding van de reacties op het conceptrapport heeft de Onderzoeksraad Zonneveld Ingenieurs B.V. opdrachtgegeven eveneens de meetresultaten van Fugro te analyseren (zie bijlage 9). Ook is onderzocht of de opleggingen zich op gelijke hoogte bevinden. Dat is niet het geval is te zien in onderstaande figuur.

Uit de meetresultaten van Fugro is gebleken dat de hoogte van de spanten van de U-uitbreiding varieert (zie bijlage 9). De staalconstructie heeft beperkte stelmogelijkheden in het verticale vlak en geen stelmogelijkheden in het horizontale vlak. Hierdoor is het slechts in zeer beperkte mate¹⁰⁹ mogelijk maatafwijkingen in de betonconstructie op te vangen. Met opvulplaten kunnen negatieve afwijkingen in het verticale vlak opgevangen worden door op te hogen. In het beton kunnen door de aanwezigheid van ankers geen afwijkingen opgevangen worden.

Aan de staalbouwer zijn, voorafgaande aan de start van de montage, geen maatafwijking van de tribune gemeld. Bij de montage van de staalconstructie op de betonconstructie hebben deze maatafwijkingen moeten leiden tot geforceerde montage, waardoor de staalconstructie extra onder spanning werd gezet.

Wijze van montage

Als eerste monteerde de staalbouwer de opleggingen op de tribune. Dit zijn punt 1, 3 en 4 in figuur 17. De posities van de in het prefab beton aanwezige ankers (punt 1 en 3), kwamen niet overeen met de ontwerptekeningen. Aan deze ankers moesten de opleggingen bevestigd worden. Om deze afwijking te corrigeren heeft de staalbouwer de gaten in de opleggingen van de staalconstructie aangepast door de in de fabriek geboorde gaten op de bouwplaats groter te maken (opruimen).



Figuur 17: Spant met genummerde knooppunten

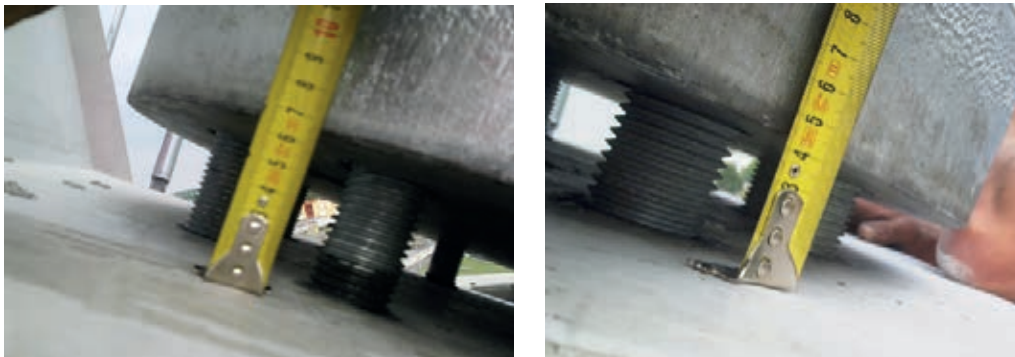
Ieder staalspant werd, met uitzondering van de lange op trek belaste buis aan de achterkant, op de bouwplaats liggend op de grond gemonteerd. Vervolgens hees een kraan het staalspant omhoog. Het vervolg van de montage verliep in de volgende volgorde. Als eerste werd, voordat een voorgeassembleerd staalspant geplaatst werd, de lange op trek belaste buis (van punt 1 naar 2) aan de achterkant bevestigd (punt 1) en met een tijdelijke verbinding op zijn plek gehouden. Ten tweede werd het staalspant door monteurs aan de oplegging aan de veldzijde van de tribune bevestigd (punt 4). Vervolgens werd de lange op trek belaste buis aan het staalspant bevestigd (punt 2). Ten slotte werd de korte op druk belaste buis aan de buitenkant van de tribune aan de oplegging vastgemaakt (punt 3).

Uit het onderzoek blijkt dat de monteurs onder de oplegging van de korte op druk belaste buis (punt 3) vulblokjes hebben aangebracht om de, volgens het ontwerp, vereiste stelruimte van 30 mm te realiseren. Bij de L-uitbreiding werd in plaats van vulblokjes een stelplaat gebruikt.

109 Alleen met gatspeling in de pen-gatverbindingen.

Deze kon niet meer verwijderd worden, waardoor deze nog steeds in de stelruimte gemonteerd zit. Naar aanleiding van deze ervaring heeft de staalbouwer bij de U-uitbreiding vulblokjes gebruikt die over de uit de betonconstructie stekende draadeinden werden geschoven. Deze vulblokjes konden daardoor niet meer verwijderd worden. Hierdoor was er geen mogelijkheid meer om de ruimte onder de opleggingen te verkleinen en kon de dakrand niet omhoog bewogen worden zonder het staalspant te vervormen (zie ook nadere toelichting in de volgende paragraaf).

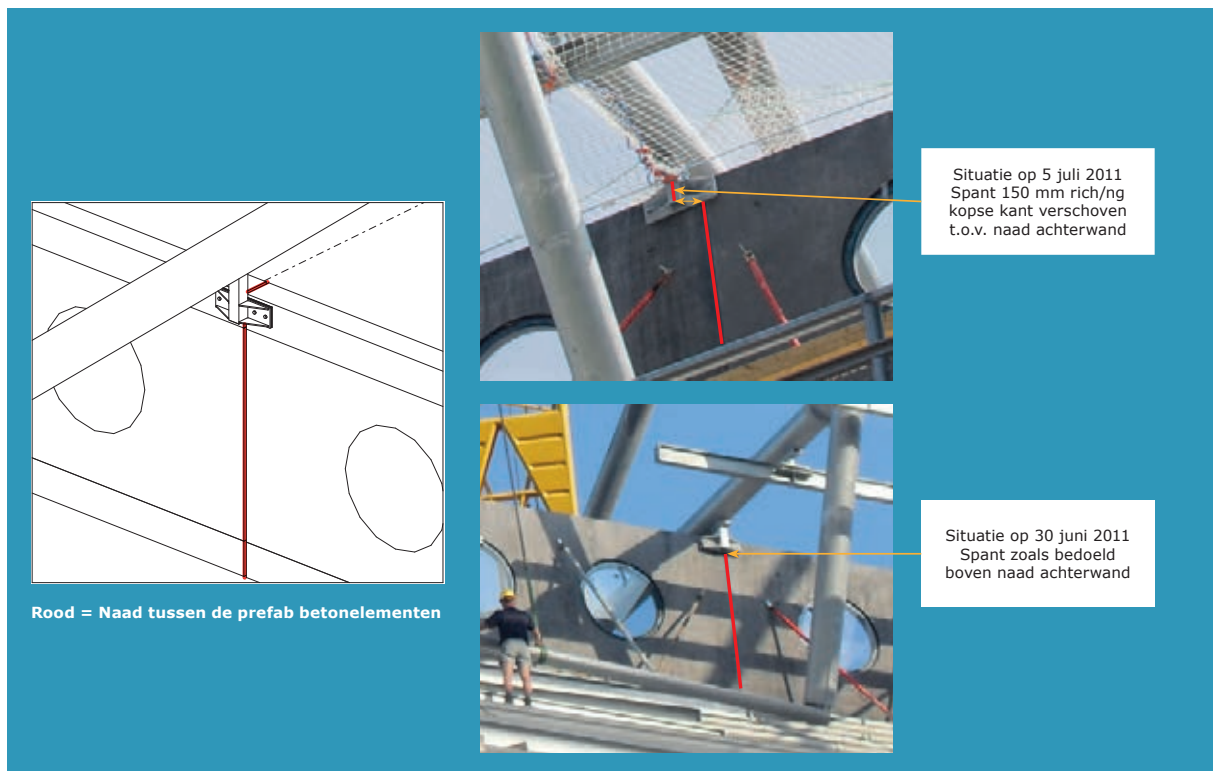
Daarnaast is uit het onderzoek gebleken dat de monteurs de dakrand hebben uitgelijnd door de ruimte onder de oplegging van de lange op trek belaste buis aan de buitenkant te verkleinen. Hiervoor hebben ze de moeren van de oplegging aangedraaid. Daarbij bleek dat het, door maatafwijkingen in de tribune, voor de monteurs niet mogelijk was de staalspanten overeenkomstig het montageplan te monteren. De afstand tussen de oplegging van de lange op trek belaste buis en de tribune, die volgens het montageplan en de berekeningen van de constructeur 30 mm zou bedragen, was op sommige plaatsen circa 70 mm. Deze afwijkingen zijn met een werknemer van het adviesbureau voor de constructie besproken. Hij stelde voor om een extra beugel om de bouten tussen de oplegging en de tribune te plaatsen en de ruimte later op te vullen (afgieten).



Figuur 18: De verschillen in ruimte tussen het beton en staal bij de lange buis aan de buitenkant van de tribune (Bron: Politie Twente)

Er is een analyse gedaan van de foto's die gemaakt zijn tijdens de bouw van de U-uitbreiding, in de periode van 28 juni tot en met 5 juli 2011. Hieruit is gebleken dat de uitkragingen aan de achterkant (van punt 5 naar 2) van de spanten op het rechte stuk op verschillende momenten tijdens de montagewerkzaamheden circa 150 mm heen en weer bewogen. Deze verplaatsing vond plaats ondanks dat de spanten op het rechte stuk verbonden waren met de volledig gemonteerde staalconstructie van de bocht en de L-uitbreiding. Deze fotoanalyse staat in bijlage 8.

Uit interviews is gebleken dat dit het gevolg was van het bewegen van de kraan tijdens het monteren van de koppelbuizen tussen staalspanten. De spanten waren met elkaar verbonden door de koppelbuizen in het dakvlak, waardoor het hele dak vervormde en/of verplaatste. Er is geconstateerd dat op 5 juli (zie figuur 19), toen de montage van de spanten gereed was, de uitkragingen aan de achterkant van de spanten ten opzichte van de overgang tussen de zwarte betonnen achterwanden nog steeds 150 mm verschoven waren in de richting van de kopse kant van de tribune.



Figuur 19

Invloed van het ontwerp van de staalconstructie op de wijze van montage

Drie eigenschappen van het ontwerp van de primaire draagconstructie hebben de manier waarop deze is gemonteerd, beïnvloed:

- de geometrie van het staalspant;
- de 'lage stijfheid uit het vlak';
- het ontbreken van stel mogelijkheden in de dakconstructie.

Geometrie en stijfheid

Door de geometrie van het staalspant en de wijze van bevestiging aan de betonnen tribune beïnvloedt de wijze van montage de krachtverdeling in het staalspant. Het staalspant is gevoelig voor elastische vervorming en zal al vervormen als gevolg van de krachtverdeling in het staalspant. Om tijdens het hijsen doorbuigen van het staalspant te voorkomen werd in het spant een tijdelijke trekstang aangebracht.

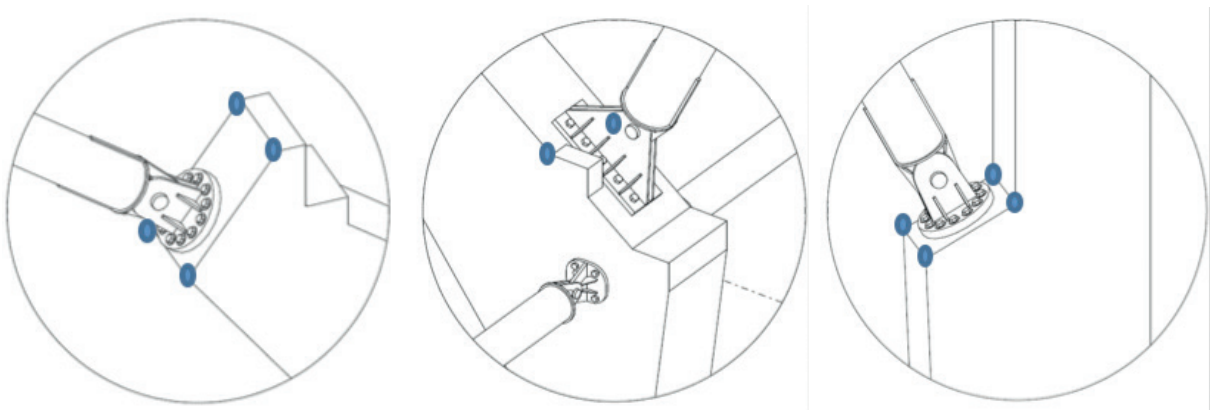
Ook kunnen de krachten die door en tijdens de montage ontstaan, tijdens de montage wijzigen. Pas nadat alle drie de opleggingen volledig gemonteerd zijn, bereikt de krachtverdeling in het staalspant een evenwichtssituatie.

Het krachtenspel in het staalspant zoals het na montage moet zijn, is schematisch weergegeven in de onderstaande figuur 20. Door de belasting op het dak ontstaat er trek in de achterste schuine buis van het spant. Die trekkrachten (rood) zijn in evenwicht met de drukkrachten in de buizen tussen de punten 2 en 3 en de punten 2 en 5 (blauw).

Hierbij zouden de moeren op de vooraf bepaalde 30mm ingesteld kunnen worden. Als bij de montage van de staalspanten geen rekening wordt of kan worden gehouden met de vereiste stelruimte bij beide oplegpunten, ontstaan er extra krachten in het staalspant.

Zoals gezegd is een juiste maatvoering van de tribune een voorwaarde voor de juiste montage van de staalspanten; er was immers zeer beperkte stelbaarheid. De staalconstructie kon de maatafwijkingen in de betonconstructie niet opvangen. Montage van de staalspanten was hierdoor alleen mogelijk door deze met kracht te monteren en daarbij (elastisch) te vervormen.

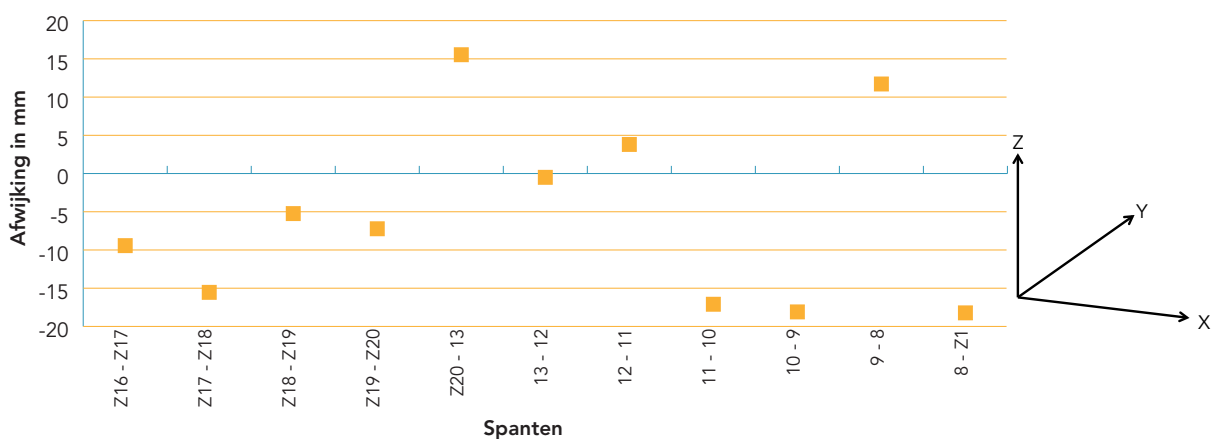
In opdracht van de Onderzoeksraad is de betonconstructie ter hoogte van de opleggingen van de dakconstructie door Fugro ingemeten. Maatafwijkingen van de betonconstructie zijn door de Onderzoeksraad bepaald door meetgegevens met de bestekstekeningen te vergelijken. Onder andere zijn de afwijkingen in de horizontale afstand tussen hoeken van de betonconstructie ter hoogte van de opleggingen van de dakconstructie op de tribune voor ieder spant bepaald (zie figuur 21).



Figuur 21: Ingemeten hoeken van de betonconstructie.

Deze afwijkingen per spant vormen een referentie voor de afwijkingen in de afstand tussen de opleggingen op de tribune (zie figuur 22).

Afwijking in afstand in horizontale vlak



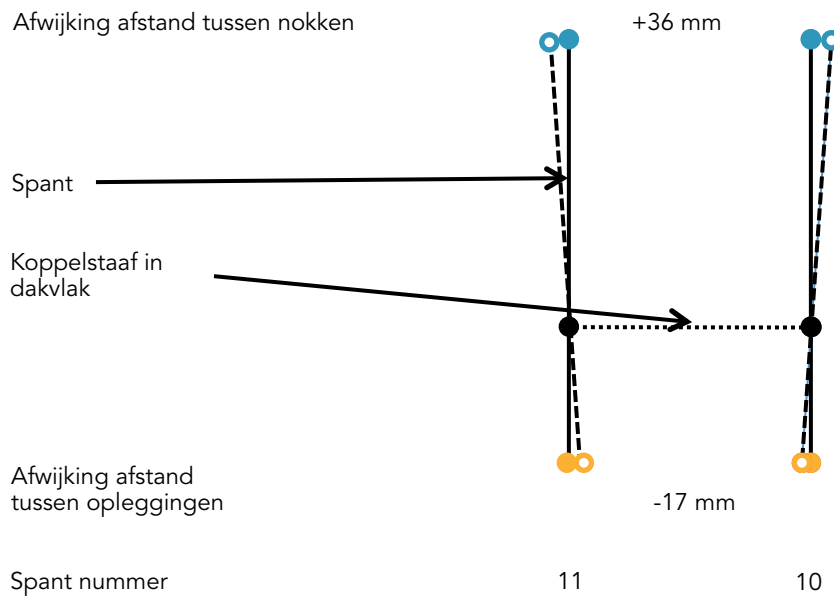
Figuur 22: Afwijkingen in de horizontale afstand (x,y) tussen hoeken van de betonconstructie ter hoogte van de opleggingen op de tribune¹¹⁰

110 De standaardafwijking van de gemeten afstanden bedraagt v.l.n.r.: 2,3 mm, 2,5 mm, 2,4 mm (2x), 3,8 mm, 4,7 mm, 4 mm, 4,9 mm, 3,7 mm, 4,3 mm en 3,8 mm.

Onderdelen van de dakconstructie passen niet als de maatafwijkingen van de opleggingen van de dakconstructie groter zijn dan de maatafwijkingen die de dakconstructie kan opnemen. Daardoor kunnen de monteurs de dakconstructie niet monteren zonder deze met kracht te vervormen. Dit wordt hierna geïllustreerd met twee voorbeelden:

Voorbeeld 1:¹¹¹

Figuur 23 presenteert een aanzicht van de spanten 10 en 11 met daartussen een koppelstaaf in het dakvlak. Doordat de horizontale afstand tussen de opleggingen 17 mm te klein is, zie figuur 22, is de afstand tussen de nokken van de spanten 36 mm te groot. De koppelstaaf in de nok kan in dit voorbeeld niet gemonteerd worden zonder de constructie met kracht te vervormen. Deze koppelstaaf kan door de aanwezige gatspeling een maatafwijking van slechts enkele millimeters opvangen.



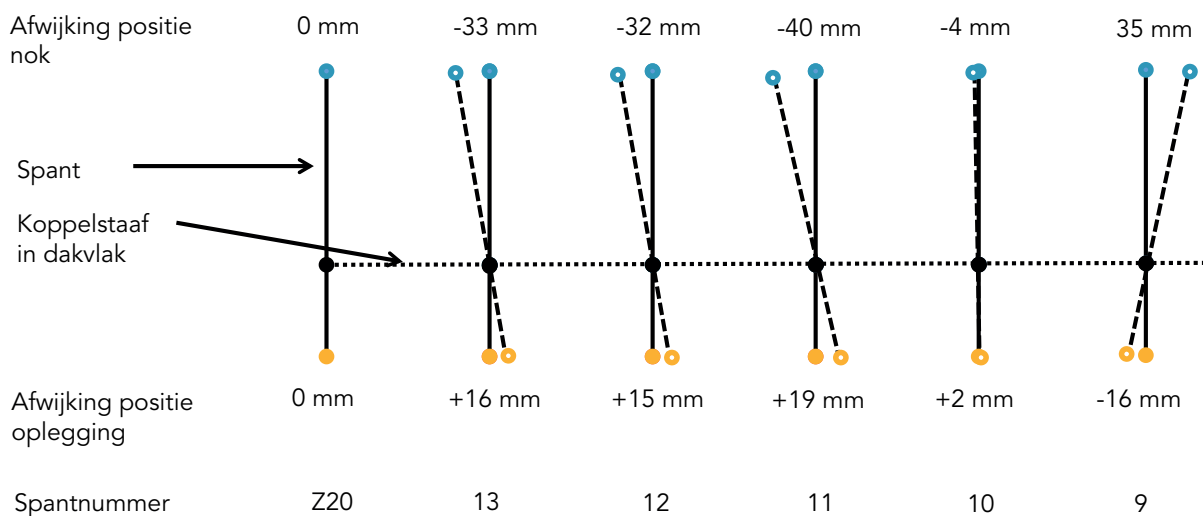
Figuur 23: Aanzicht van de spanten 10 en 11 vanaf de buitenzijde van het stadion

Voorbeeld 2:¹¹²

Figuur 24 laat een aanzicht zien van de spanten Z20 tot en met Z1, met daartussen koppelstaven in het dakvlak. In deze figuur is aangenomen dat spant Z20 op de juiste positie en verticaal staat. De in figuur 22 weergegeven afwijkingen leiden tot afwijkingen in de posities van de nokken van de spanten. Een deel van de koppelstaven en de windverbanden kan niet worden gemonteerd zonder de constructie met kracht te vervormen. Deze onderdelen kunnen door gatspeling maatafwijkingen van slechts enkele millimeters opnemen.

111 Uitgangspunten: Er is geen afwijking in de verticale positie van de opleggingen. Er zijn geen maatafwijkingen in de staalconstructie. De beweging van de dakconstructie wordt beschouwd in het verticale vlak.

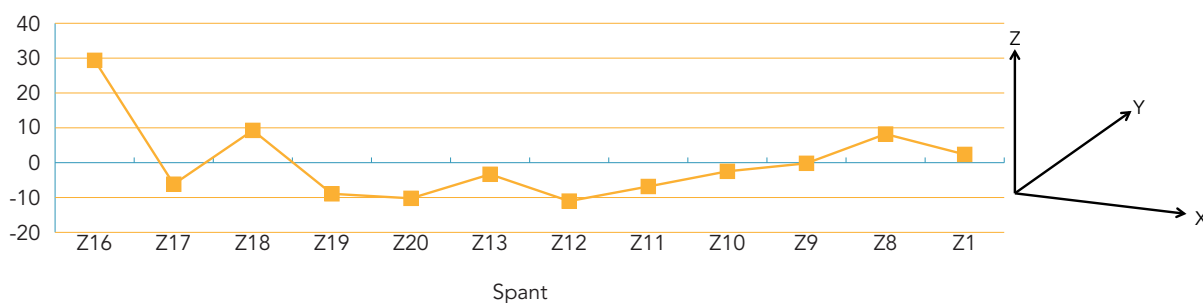
112 Uitgangspunten: Alleen de spanten Z20 tot en met Z1 worden beschouwd. Er is geen afwijking in de verticale positie van de opleggingen. Er zijn geen maatafwijkingen in de staalconstructie. De beweging van de dakconstructie wordt beschouwd in het verticale vlak.



Figuur 24: Aanzicht van de spanten Z20 tot en met Z1 vanaf de buitenzijde van het stadion.

Of de dakconstructie kan worden gemonteerd zonder deze met kracht te vervormen is niet alleen afhankelijk van afwijkingen in de horizontale afstand tussen de opleggingen op de tribune. Dit is ook afhankelijk van maatafwijkingen in andere opleggingen van de dakconstructie en van andere maatafwijkingen, zoals afwijkingen in de verticale positie en in de richting van de oplegging in het horizontale vlak. Deze maatafwijkingen kunnen een positief of een negatief effect op de monteerkbaarheid van de dakconstructie hebben. Figuur 25 presenteert de gemeten afwijkingen in de verticale positie van hoeken van de betonconstructie ter hoogte van de opleggingen van de dakconstructie op de tribune. De afwijkingen zijn weergegeven ten opzichte van de gemiddelde verticale positie. Deze afwijkingen vormen een referentie voor de afwijkingen in de verticale positie van de opleggingen op de tribune.

Afwijking in verticale positie



Figuur 25: Afwijkingen in de verticale positie (z) van hoeken van de betonconstructie ter hoogte van de opleggingen op de tribune¹³

Uit het onderzoek is gebleken dat de monteurs op ten minste twee punten problemen hebben ondervonden bij de montage van de spanten. Ten eerste bij de montage van de horizontale koppelbuizen tussen de spanten. Na het plaatsen van een opvolgend staalspant moest steeds meer kracht gebruikt worden om de koppelbuizen te plaatsen. Het plaatsen gebeurde met een staaldraad met Tirfortakel. Daarnaast werd het spant terwijl het nog in de kraan hing 'iets' heen en weer bewogen. Ten tweede stelde de monteurs vast dat vanaf spant 13 in de richting van spant Z1 de afstand tussen de betonnen console en de stalen oplegging steeds groter werd. In het meest extreme geval bedroeg de afstand 75 mm in plaats van de gewenste 30 mm.

De onderzoeksraad heeft voor de L-uitbreiding, de U-uitbreiding en de herbouw van de U dezelfde documentatie opgevraagd om een vergelijk te kunnen maken. Dezelfde bedrijven en voor het overgrote deel dezelfde werknemers waren betrokken bij de eerdere L-uitbreiding en de herbouw van het dak.

Waarom is het dak van de L-uitbreiding niet ingestort?

Uit het onderzoek blijkt dat de bouw van de L- en de U-uitbreiding nagenoeg op dezelfde wijze is verlopen. Er zijn drie verschillen gevonden:

1. Ten eerste zijn weliswaar bij de L-uitbreiding ook koppelbuizen aan de achterkant weggelaten, maar dan waren alle koppelbuizen in de nok en de stabiliteitsverbanden wél aangebracht. Ook werd frequenter gebruikgemaakt van tijdelijke stabilisatie van een staaldraad met een Tirforttakel.
2. Ten tweede is bij de L-uitbreiding de video wall pas later gemonteerd, omdat tijdens de bouw werd geconstateerd dat de video wall zwaarder was dan gedacht. De constructeur was bij het ontwerp van de constructie uitgegaan van een gewicht van 7 ton; de video wall bleek echter 50 procent zwaarder te zijn.¹¹⁴ Na deze constatering zijn de twee staalspanten waaraan de video wall hangt, verzwaard.
3. Ten derde is bij de L-uitbreiding het dak pas afgebouwd toen de staalconstructie gereed was.

Op basis van deze drie verschillen kan de Onderzoeksraad echter niet verklaren waarom het dak van de L-uitbreiding niet is ingestort.

Wijziging van het ontwerp

Bij de U-uitbreiding is het ontwerp ten opzichte van de L-uitbreiding enigszins gewijzigd. De koppeling van de koppelbuizen in de nok tussen de spanten is aangepast. Bij de L-uitbreiding is hierbij gebruik gemaakt van een pen-gatverbinding: een pen met een diameter van 80 mm koppelde de buizen tussen de staalspanten in de nok (punt 6). Bij spant Z16 (het laatste spant van de L-uitbreiding) was aan de zijde van de uitbreiding echter geen koppelplaat aanwezig om de koppelbuis voor de U-uitbreiding te bevestigen. Omdat lassen op hoogte aan een gegalvaniseerd staalspant geen optie is, is het ontwerp aangepast.

Zo is de pen-gatverbinding vervangen voor een drievoudige boutverbinding. De voorgestelde wijziging is eerst voorgelegd aan de architect die, aangezien de wijziging nauwelijks zichtbaar was, geen bezwaar had tegen de aanpassing. Ook is de voorgestelde wijziging voorgelegd aan het adviesbureau voor de constructie. Die heeft de wijziging doorgerekend. Dit heeft ertoe geleid dat de koppeling werd uitgevoerd als een flensverbinding met drie bouten M24 klasse 8.8. Volgens de berekening van het adviesbureau voor de constructie voldeed deze verbinding aan de norm.

De Onderzoeksraad heeft de berekening van deze aanpassing nader bekeken en is van mening dat deze verbinding niet aan de norm voldoet. De afstand tussen de bouten (60 mm) is kleiner dan de minimale afstand volgens de norm (62,4 mm). Het adviesbureau voor de constructie heeft dit bevestigd. In zijn reactie op de inzage heeft het adviesbureau voor de constructie aangegeven dat rekening is gehouden met deze afwijking en de uiteindelijke verbinding integraal in sterkte gelijkwaardig is aan de eerder toegepaste pen-gatverbinding.

De capaciteit van de verbinding voor boutafschuiving is bij de toepassing van 3 x M24 bouten klasse 8.8 bij een dubbelsnedige belasting, maximaal 813 kN. In een aanvullende berekening heeft het adviesbureau voor de constructie ook aangetoond dat de belasting van de dubbele flensplaten, waarin de bouten worden aangebracht belastbaar zijn tot 1135 kN.

Invloed van de wijziging

In de voltooide, volledig gestabiliseerde constructie zal de toegepaste boutverbinding gelijkwaardig zijn met het eerste initieel ontwerp zoals toegepast bij de L-uitbreiding. De onderzoekers hebben ook naar het schadebeeld bekeken van deze verbindingen in de nok.

Zoals eerder beschreven buigen de achterste punten van de staalspanten (punt 2) niet direct uit, als er belasting op wordt aangebracht. Tot op zekere hoogte is er in de verbindingen altijd enige weerstand tegen verdraaien. Ook zal in de verbindingen altijd sprake zijn van enige excentriciteit, wat bij toenemende belasting juist weer een drijvende kracht is voor het uitbuigen van de achterste knooppunt 2.

De constructie kon bezwijken op het moment dat de aangebrachte belasting op het dak voldoende groot was. In dat kader kan erop worden gewezen dat ten tijde van het ongeval al een groot gedeelte van de uiteindelijke belasting op de staalspanten aanwezig was. In deze situatie maakt het ontwerp van het staalspant, waarbij punt 3 zich links van de rotatielijn (groene lijn figuur 20) bevindt, de kans op uitbuigen van punt 2 alleen maar groter. Er was sprake van een instabiel evenwicht.

Zoals beschreven ontbrak op het moment van het ongeval een tijdelijke stabilisatie van de spanten Z01 en 8. Ook ontbraken een deel van de stabilisatieverbanden in de al geplaatste dakconstructie. De enige aanwezige stabiliserende factor waren de koppelbuizen in de nok: de verbindingen tussen de punten 6.

Uit getuigenverklaringen is gebleken dat de achterkanten (punt 2) van spant 8 en 9 'krom' stonden en dat deze plots verder omhoog. Ook hebben getuigen verklaard dat na het horen van een harde knal het dak in beweging is gekomen en dat het dak tussen de spanten 13 en Z20 als eerste is bezweken. Na de instorting is vastgesteld dat het rechte stuk van het dak in zijn geheel richting de bocht is bezweken (zie figuur 1).

De Onderzoeksraad acht het goed mogelijk dat de krachten die zijn ontstaan in de enige stabiliserende verbinding (punt 6) door de grote belasting van de wegdraaiende spanten zijn bezweken. Wij baseren deze conclusie op het schadebeeld, de verklaringen, de bevindingen over ontbrekende onderdelen, het ontbreken van tijdelijke stabiliserende voorzieningen, de extra belasting (statisch en dynamisch), de effecten op de constructie door de afwijkingen in de maatvoering van de tribune en het labiele evenwicht.

De stelling van het adviesbureau voor de constructie dat de flenzen sterker waren dan de boutverbinding, wordt bevestigd. In het schadebeeld is te zien dat de flenzen in tact zijn gebleven en dat de boutverbindingen zijn bezweken.

Dat het ontwerp is aangepast, is niet de directe oorzaak van de instorting, maar het is wel een verzwakking in de niet-gestabiliseerde constructie wanneer alle drie de boutverbindingen niet worden belast zoals beoogd.



Figuur 26: Schadebeeld verbindingen van de nok koppelbuis tussen spant Z20 en 13, links aan spant Z20

Herbouw van het dak

Voor de herbouw is het dak van de U-uitbreiding in zijn geheel verwijderd en is een beperkt aantal betonnen zitelementen in de tribune vervangen. Deze elementen zijn niet direct verbonden aan de staalconstructie. De primaire staalconstructie is volledig gemonteerd, voordat begonnen werd aan de afbouw. Daarnaast is voor de koppelbuizen en de lange op trek belaste buizen aan de achterkant van de spanten de maat in het werk bepaald. Op die manier werden de maatafwijkingen in de tribune opgevangen. Ook zijn de koppelbuizen in de nok in het werk ingemeten en op maat gemaakt.

Daarnaast is er voor kortere dakplaten gekozen, zodat de staalbouwer de stabiliteitsverbanden in het dakvlak kon monteren, voordat de dakplaten werden aangebracht. Deze kort dakplaten waren makkelijker tussen de stabiliteitsverbanden en de gordingen te manoeuvreren. Ten slotte is bij de herbouw de video wall niet gelijktijdig met de staalconstructie gemonteerd. Tijdens een bezoek van onderzoekers van de Onderzoeksraad, op 23 november 2011, was de video wall niet gemonteerd. Dit was een maand nadat het stadion in gebruik was genomen. De video wall moest toen nog worden besteld.

BIJLAGE 6: RAPPORTAGES TNO

Gezamenlijk met het Openbaar Ministerie, de Arbeidsinspectie (tegenwoordig Inspectie SZW) en de politie zijn de volgende vragen uitgezet bij TNO:

- Beoordelen van het ontwerp van de constructie van de overkapping in de beoogde eindsituatie.
- Beoordelen van de daadwerkelijk gerealiseerde constructie ten tijde van de instorting.

Aanvullende vraag van de Arbeidsinspectie:

- Analyseren van de oorzaak van de instorting.

TNO heeft vijf rapporten opgeleverd:

- Deelrapport A: Algemene informatie
- Deelrapport B: Veldonderzoek
- Deelrapport C: Constructieve beoordeling van de overkapping
- Deelrapport D: Analyse van de oorzaak van de instorting
- Deelrapport E: Foto's

Deelrapport C

Naar aanleiding van de conclusies van deelrapport C heeft de Onderzoeksraad (onafhankelijk van het Openbaar Ministerie en de Arbeidsinspectie) twee aanvullende opdrachten gegeven aan TNO.

1. De berekening van de gerealiseerde situatie inclusief de aanwezig belasting nogmaals uitvoeren voor de staalspanten Z20 tot en met Z1 inclusief de eindwand. De eerste berekening in deelrapport C had betrekking op spant Z9 tot spant Z20.
2. Om het effect te bepalen van het weglaten van de extra belasting deze berekening ook uitvoeren voor de staalspanten Z20 tot en met Z1 inclusief de eindwand:
 - exclusief de video wall met frame;
 - exclusief de video wall met frame en de hangbruggen;
 - exclusief de video wall met frame en de hangbruggen en de dakplaten.

Deelrapport D

De Onderzoeksraad onderschrijft de conclusies 3 en 4 van deelrapport D niet omdat deze conclusies zijn gebaseerd op een analyse van de videobeelden die naar de mening van de Onderzoeksraad niet juist is. Door de laagwaardige kwaliteit (weinig pixels en grote afstand) van de videobeelden is op de beelden niet te zien of de punten van de spanten bewegen. Doordat van twee spanten het oppervlakken van de punten als het waren zijn vergroot door de aanwezige video wall is door deze oppervlakte vergroting bij deze spanten wel beweging zichtbaar. TNO draait deze redenering om en concludeert op basis van de bewegende video wall dat deze twee spanten als eerste bewogen hebben. De Onderzoeksraad is van mening dat deze conclusie niet getrokken kan worden op basis van de videobeelden.

De feiten die TNO rapporteert op pagina 31 van 38, komen niet overeen met het meetverslag van de Arbeidsinspectie opgemaakt op 5 oktober 2011. TNO baseert zich op de vrachtbrief van 3 oktober. Ook is door de politie een koppelbuis (L2186) opgemeten die op de grond lag, deze had een lengte van 10,22 meter. Deze gegevens komen niet overeen met opgemeten lengtes van de gemonteerde buis. De koppelbuis had weliswaar niet het juiste ID-nummer (tekening versus praktijk L2186 in plaats van L2185), maar de maatvoering tussen spanten 9 en 10 (punt 6) had in werkelijkheid dezelfde afmeting als de gemonteerde buis, namelijk 10.11 meter. De nummering was dus niet correct, de maatvoering wel.

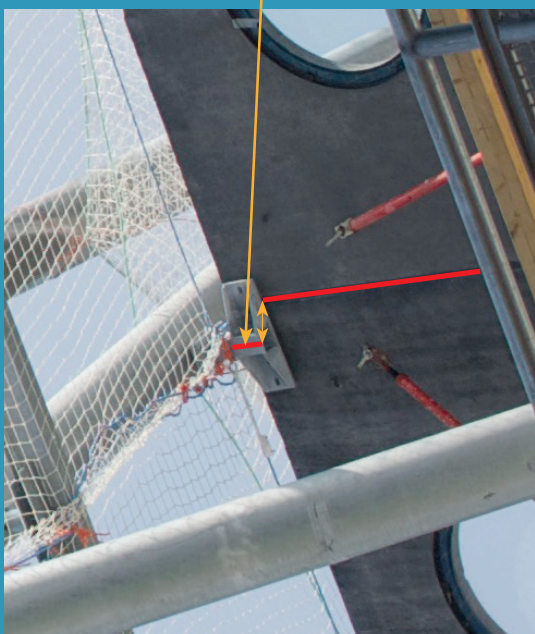
Deze bijlage is beschikbaar op www.onderzoeksraad.nl

BIJLAGE 7: FOTO UITBUIGENDE SPANTEN

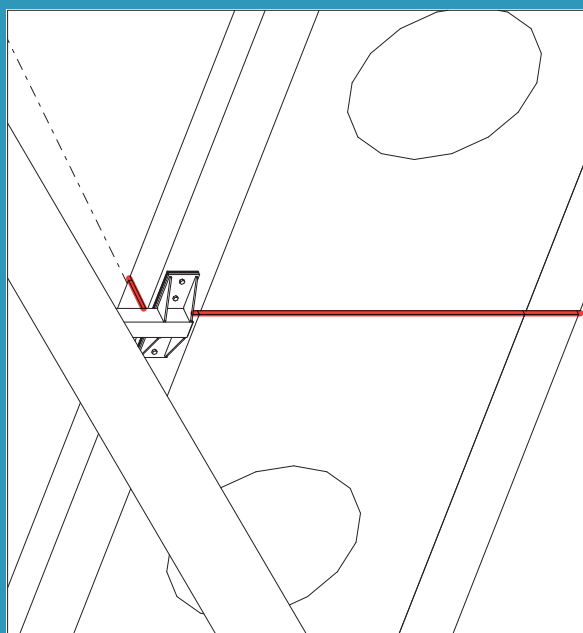


Foto: Politie Twente

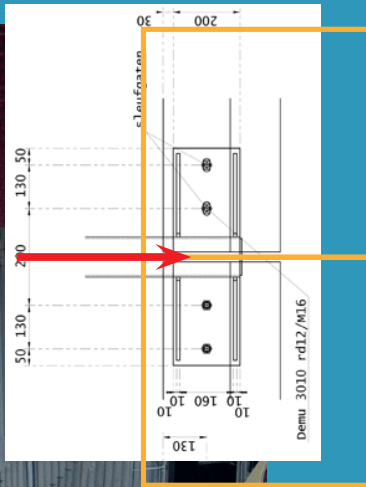
Situatie op 5 juli 2011
Spant 150 mm rich/ng
kopse kant verschoven
t.o.v. naad achterwand



Situatie op 30 juni 2011
Spant zoals bedoeld
boven naad achterwand

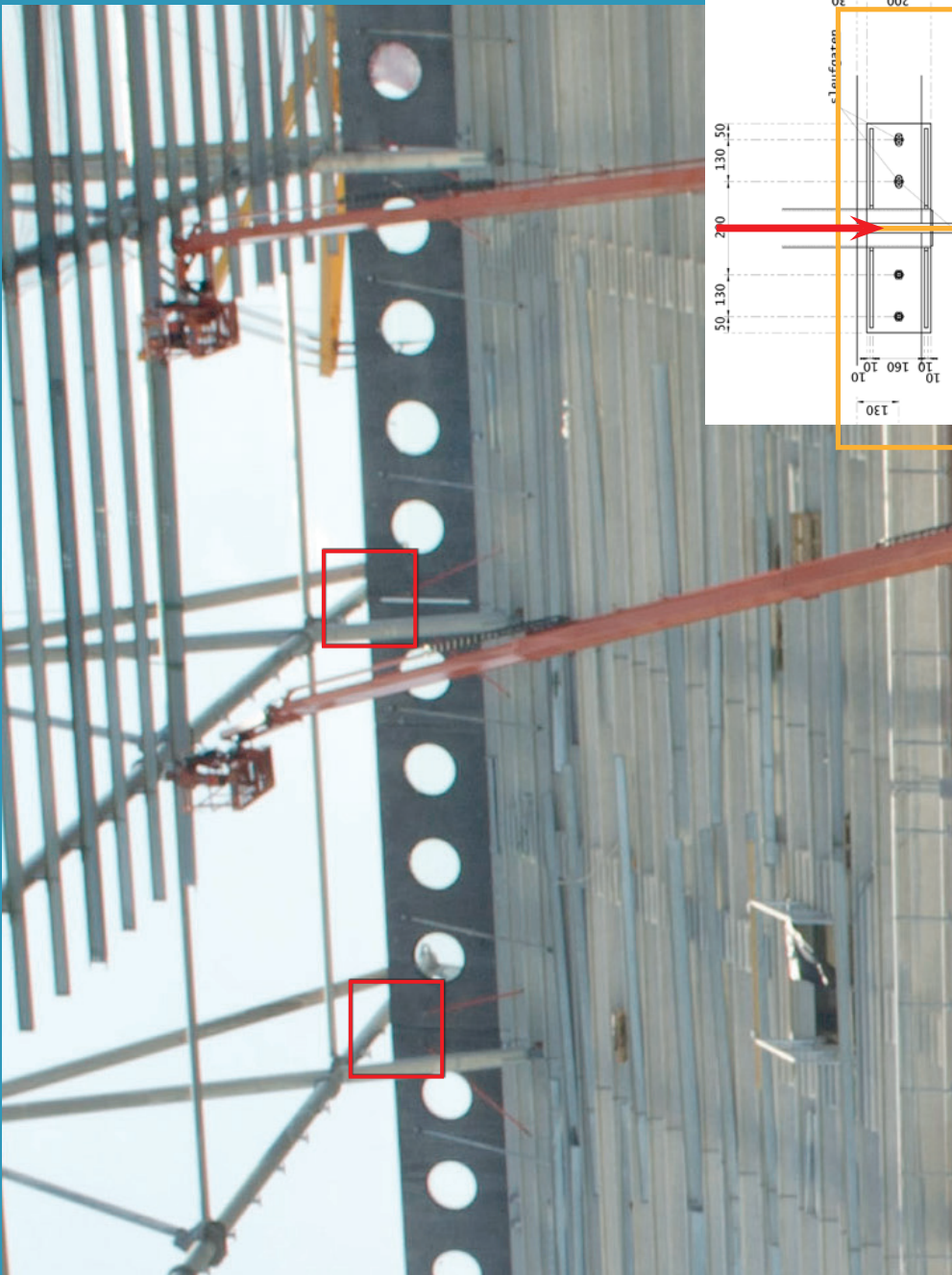


Rood = Naad tussen de prefab betonelementen



| | |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 7 juni 2011 - 18.57 uur |
| Omschrijving | Plaatsen van de spanten in het bochtstuk. De spanten staan exact op de overgang van de prefab beton-elementen, die geplaatst staan op de uitlopers van de betonnen tribune spantbenen. Tussen de spanten zijn geen schoren aanwezig. Alleen de koppelstaven in de nok zijn aanwezig. |
| Foto id: | 07062011159 |

Rood = Naad tussen de prefab betonelementen



Detail foto 15924665

Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 28 juni 2011 - 14:30 uur |
| Omschrijving | Inzoom vorige foto: Op deze foto is te zien dat de spanten nog scherp boven de overgangen van de prefab beton elementen staan. In de avond is de vidi wall aangebracht. |
| Foto id: | Anp-15924665 |

| | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 – 19:28 uur |
| Omschrijving | Plaatsing spant 8. Totale dakvlak, dat wil zeggen de spanten zijn verschoven ten opzichten van de naad van de prefab beton-elementen. |
| Foto id: | SDC11271 |



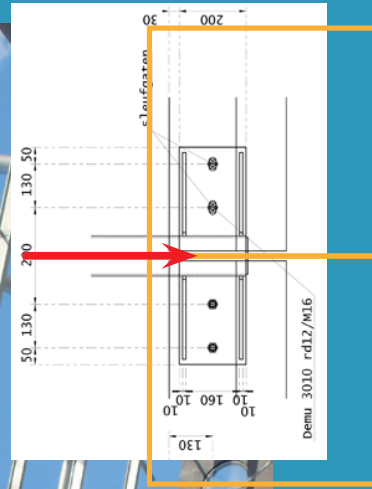


Detail foto 11271

| | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 – 19:28 uur |
| Omschrijving | Plaatsing spant 8. Totale dakvlak, dat wil zeggen de spanten zijn verschoven ten opzichten van de naad van de prefab beton-elementen. Verschuiving ca. 150 mm richting kopse kant van de tribune. |
| Foto id: | SDC11271 |

Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 - 19:51 uur |
| Omschrijving | Koppel spant 8 aan 9. Voornemen is om de nok koppelstaaf te plaatsen. |
| Foto id: | SDC 11279 |

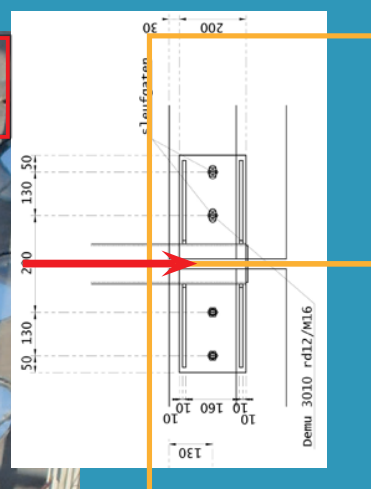


Rood = Naad tussen de prefab betonelementen



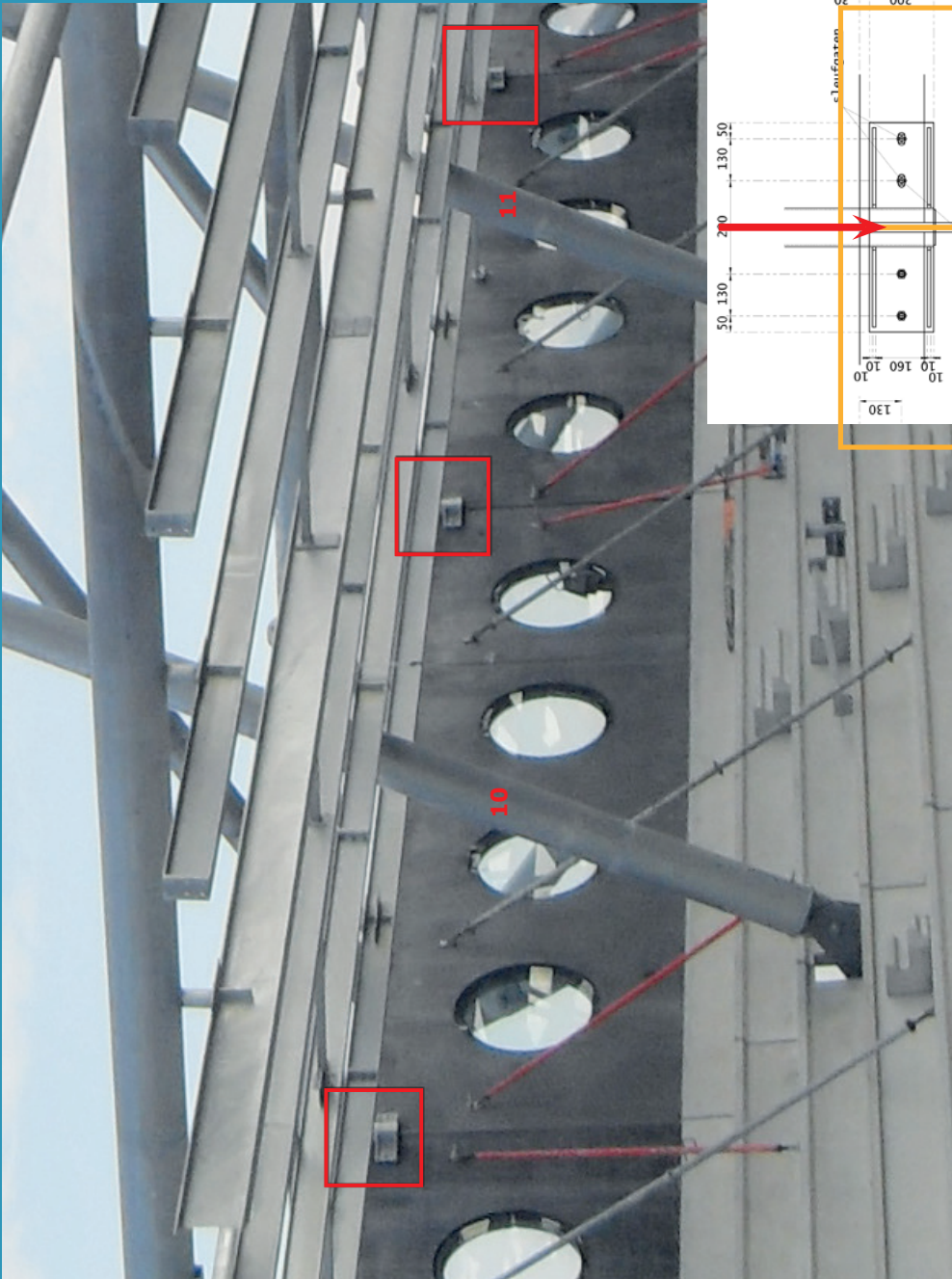
Detail foto 11279

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 - 19:51 uur |
| Omschrijving | Koppelen spant 8 aan spant 9. Totale dakvlak, dat wil zeggen de spanten zijn nu terug geschoven ten opzichten van de naad van de prefab beton-elementen. Verschuiving ca. 150 mm richting bestaande tribune |
| Foto id: | SDC 11279 |



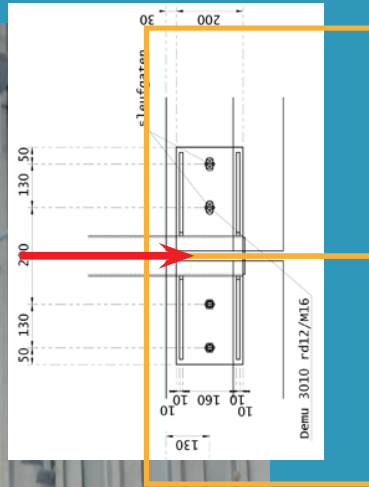
Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

| | |
|-------------------|-------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 - 20:01 uur |
| Omschrijving | Inzoom spanten gepositioneerd op de naad. |
| Foto id: | SDC 11281 |



Detail foto 11281

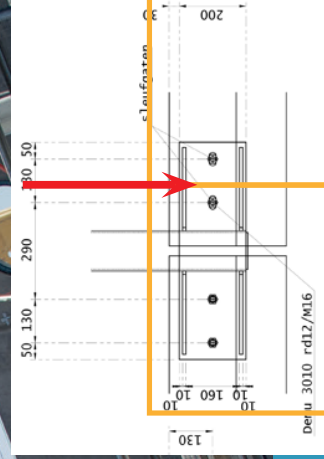
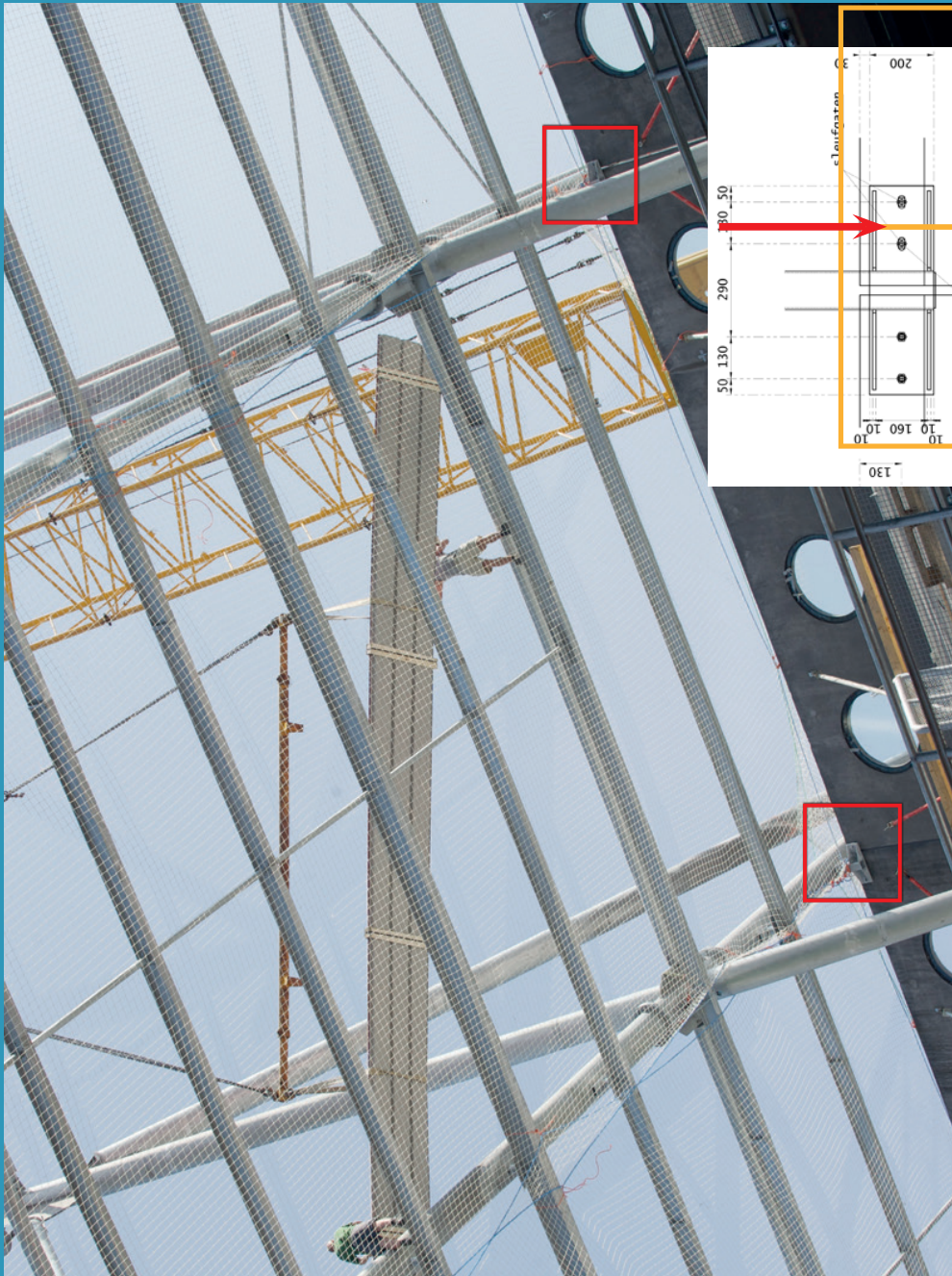
Rood = Naad tussen de prefab betonelementen



| | |
|-------------------|-------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 30 juni 2011 - 20:02 uur |
| Omschrijving | Aanbrengen staalraad en tirfortakel aan spant 8 |
| Foto id: | SDC 11282 |

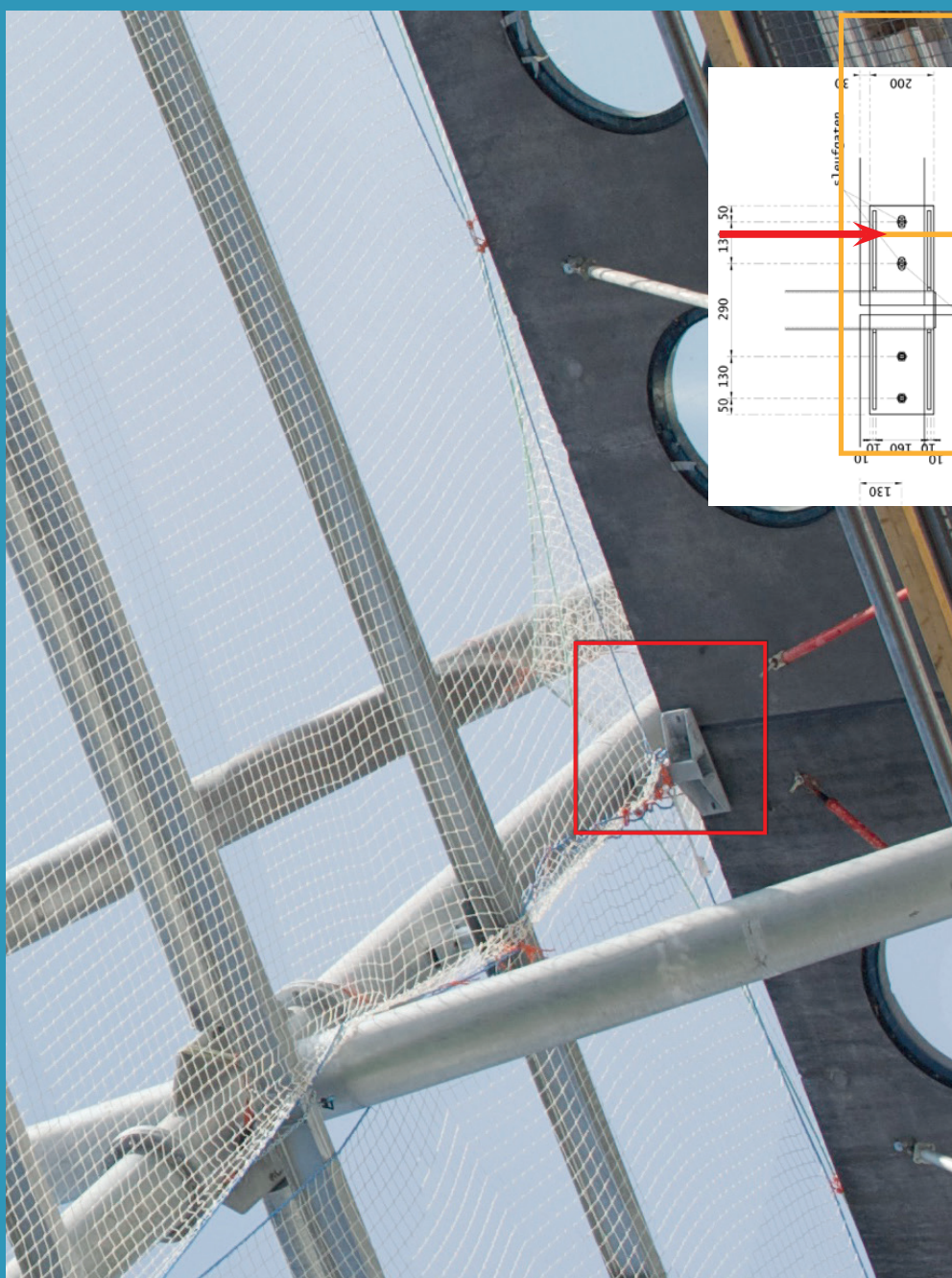
Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 5 juli 2011 – 14:07 uur |
| Omschrijving | Totale dakvlak, dat will zeggen de spanten zijn opnieuw verschoven ten opzichten van de naad van de prefab betonelementen. Verschuiving ca. 150 mm richting kopse kant van de tribune. |
| Foto id: | 279486 |



Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 5 juli 2011 – 14:07 uur |
| Omschrijving | Totale dakvlak, dat wil zeggen de spanten zijn opnieuw verschoven ten opzichten van de naad van de prefab beton-elementen. Verschuiving ca. 150 mm richting kopse kant van de tribune. |
| Foto id: | 279486 |



Detail foto 279486

Rood = Naad tussen de prefab betonelementen



Detail foto 279489

| | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opname datum/tijd | 5 juli 2011 - 14:07 uur |
| Omschrijving | <p>Inspectie ronde: Totale dakvlak, dat wil zeggen de spanten zijn opnieuw verschoven ten opzichten van de naad van de prefab beton- elementen. Verschuiving ca. 150 mm richting kopse kant van de tribune</p> |
| Foto id: | 279489 |

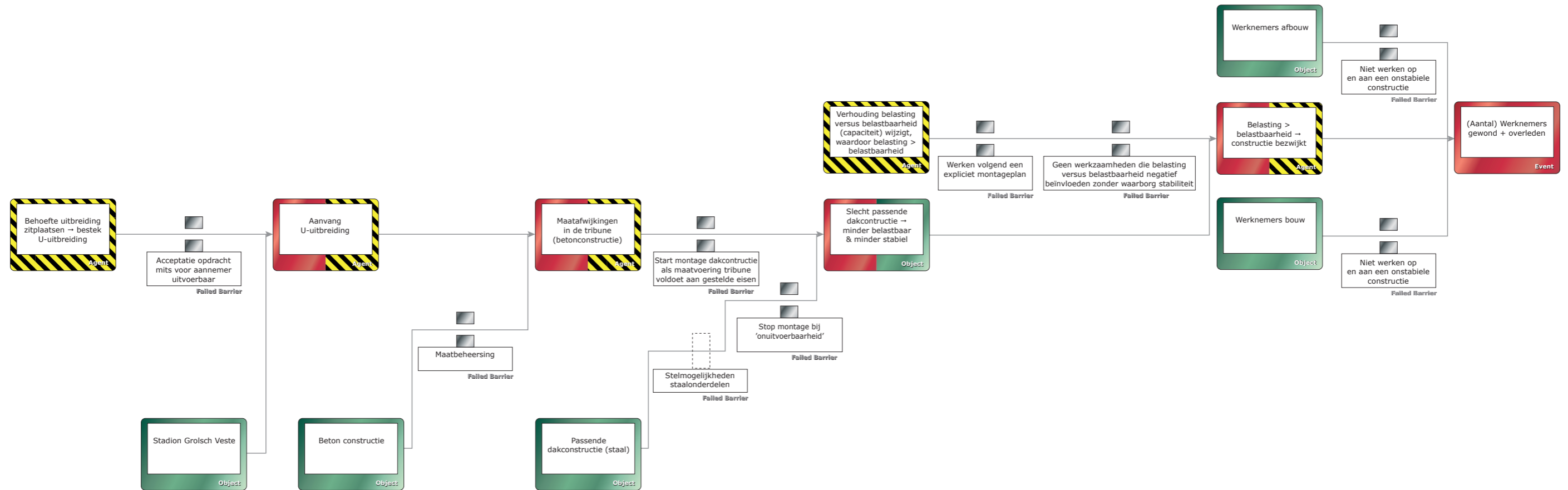
Rood = Naad tussen de prefab betonelementen

BIJLAGE 9: RAPPORTAGE FUGRO EN ZONNEVELD INGENIEURS

Deze bijlage is beschikbaar op www.onderzoeksraad.nl

BIJLAGE 10: TRIPODDIAGRAM

(alleen de Hazard, Event, Target (HET) trio's en de barrières)



Onderzoeksraad voor Veiligheid

telefoon (070) 333 70 00 • **e-mail** info@onderzoeksraad.nl • **internet** www.onderzoeksraad.nl

bezoekadres Anna van Saksenlaan 50 • 2593 HT Den Haag • **postadres** Postbus 95404 • 2509 CK Den Haag