



Datum 24 november 2020 Bladnummer 1 van 1
Contactpersoon dr.ir. I.A.E. de Vent Bijlage(n) 1
Doorkiesnummer 06 46 15 21 42
Uw kenmerk
Ons kenmerk 20.0005002
Project AZ-stadion

Bezoekadres
Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00

Postadres
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

onderzoeksraad.nl

■ Gemeente Alkmaar
De heer E.G.M. Roemer, burgemeester
Langestraat 97
1811 JD ALKMAAR

Onderwerp Rapport 'Verborgen gebreken? Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion'

Geachte heer Roemer,

Hierbij treft u aan het rapport 'Verborgen gebreken? Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion.' De Onderzoeksraad voor Veiligheid zal dit rapport publiceren op 25 november 2020.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid zendt u dit rapport onder embargo om u in de gelegenheid te stellen u voor te bereiden op eventuele vragen. Wij wijzen u erop dat indien u het rapport verspreidt binnen en/of buiten uw organisatie, u verantwoordelijk bent voor de geheimhouding tot het embargo afloopt.

De inhoud van dit rapport is onder embargo tot 25 november 2020, 13:00 uur.

De Onderzoeksraad doet in zijn rapporten aanbevelingen aan partijen die kunnen bijdragen aan het oplossen van gesignaleerde veiligheidstekorten.

Reacties op aanbevelingen worden gepubliceerd op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (www.onderzoeksraad.nl).

Namens de voorzitter,

hoogachtend,

mevrouw mr. C.A.J.F. Verheij
secretaris-directeur

Verborgen gebreken?

Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion

Den Haag, november 2020

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en beschikbaar op de website www.onderzoeksraad.nl.

Foto cover: Onderzoeksraad voor Veiligheid

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid in Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad
Voorzitter: ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt
prof. dr. mr. S. Zouridis

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

Website: onderzoeksraad.nl
E-mail: info@onderzoeksraad.nl

Lijst van afkortingen	5
Samenvatting	7
Beschouwing	9
Aanbevelingen	13
1 Inleiding	15
1.1 Aanleiding	15
1.2 Tussentijdse waarschuwing	16
1.3 Doel, afbakening en vraagstelling.....	16
1.4 Onderzoeksaanpak	17
1.5 Referentiekader	17
1.6 Andere onderzoeken.....	18
1.7 Leeswijzer	18
2 Het stadion en de instorting.....	19
2.1 Stadion	19
2.2 Instorting	21
2.3 Dakconstructie en bezweken verbindingen	23
2.4 Analyse bezwijkproces	25
2.5 Conclusies toedracht instorting	29
3 Technische achtergronden	31
3.1 Ontwerp	31
3.2 Uitvoering.....	40
3.3 Gebruik.....	45
3.4 Conclusies technische achtergronden	50
4 Kwaliteitscontrole en toezicht.....	53
4.1 Verantwoordelijkheden voor kwaliteitscontrole en toezicht	53
4.2 Proces van ontwerp tot bouwvergunning	54
4.3 Uitvoering.....	56
4.4 Gebruik.....	62
4.5 Conclusies kwaliteitscontrole en toezicht.....	66

5	Andere voorvallen	67
5.1	Inventarisatie	67
5.2	Voorvallen die niet tot instorting hebben geleid.....	70
5.3	Voorvallen die wel tot instorting hebben geleid.....	73
5.4	Signaleren van voorvallen	76
5.5	Vergelijkbaar voorval in buitenland.....	77
5.6	Conclusies andere voorvallen	78
6	Constructieve veiligheid in de gebruiksfase.....	79
6.1	Rol van de eigenaar.....	79
6.2	Rol van de overheid.....	81
6.3	Onderhoud en constructieve veiligheid.....	83
6.4	De overheid als gebouweigenaar: BOEI-methodiek en aanpak ProRail.....	85
6.5	Constructieve veiligheid in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland	86
6.6	Conclusies constructieve veiligheid in de gebruiksfase.....	90
7	Nieuwe ontwikkelingen	91
7.1	Wet kwaliteitsborging voor het bouwen	91
7.2	Opvolging aanbevelingen Bouwen aan constructieve veiligheid	92
7.3	KNVB Veiligheidsverklaring en Protocol beoordeling constructieve veiligheid...	94
7.4	Conclusies nieuwe ontwikkelingen.....	95
8	Conclusies	97
8.1	Voorval AZ-stadion.....	97
8.2	Constructieve veiligheid van gebouwen in gebruiksfase.....	99
	Aanbevelingen	101
	Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	103
	Bijlage B. Reacties op het conceptrapport.....	115
	Bijlage C. Referentiekader	117
	Bijlage D. Casussen	123
	Bijlage E. Arup: Rapportage Toetsing onderzoek RHDHV.....	129
	Bijlage F. Arup: Ordegrootte Analyse krachten vakwerkligger as 40.....	131

LIJST VAN AFKORTINGEN

ABC	Aanpak Bouwincidenten Constructieve veiligheid (meldpunt)
BOEI	Methodiek voor vastgoedinspectie van het RVB, waarbij BOEI staat voor Brandveiligheid, Onderhoud, Energie en Inzicht in wet- en regelgeving
BWT	Bouw- en Woningtoezicht
BZK	(Ministerie van) Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
CROSS	Confidential Reporting on Structural Safety
JenV	(Ministerie van) Justitie en Veiligheid
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVB	Koninklijke Nederlandse Voetbalbond
KPCV	Kennisportaal Constructieve Veiligheid
MPI	Magnetic Particle Inspection
NEN	Nederlands Normalisatie Instituut
RHDHV	Royal HaskoningDHV
RVB	Rijksvastgoedbedrijf
SCOSS	Standing Committee on Structural Safety (Vaste Commissie voor Constructieve Veiligheid)
SGS	SGS Intron B.V.
SGSA	Sports Grounds Safety Authority (Veiligheidsautoriteit voor Sportvelden)
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VTH	Vergunningverlening, toezicht en handhaving
VvE	Vereniging van Eigenaren
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
Wkb	Wet kwaliteitsborging voor het bouwen

Op zaterdag 10 augustus 2019 stortte een deel van het tribunedak van het AZ-stadion te Alkmaar in. Op het moment van instorting was er geen publiek aanwezig. Het stadion was toen dertien jaar in gebruik. Voor de Onderzoeksraad was dit aanleiding om te bekijken hoe constructieve veiligheid van gebouwen is gewaarborgd in de gebruiksfase. Dit onderzoeksrapport gaat in op de oorzaken van het voorval bij het AZ-stadion en op wat hiervan geleerd kan worden voor de constructieve veiligheid van andere gebouwen waar veel mensen komen.

Toedracht en achtergrond van de instorting bij het AZ-stadion

De instorting van het tribunedak is veroorzaakt doordat bij vier spanten lasverbindingen bezweken. Onderzoek hiernaar laat verschillende tekortkomingen zien. Zo was het ontwerp van de dakconstructie niet goed getoetst aan de bouwnormen. De complexe overgang in profielvorm bij de als eerste bezweken verbinding was niet correct meegewogen en de windbelasting paste niet bij het ontwerp van het dak. Vervolgens werden de lassen dunner uitgevoerd dan het ontwerp voorschreef en was er sprake van lasfouten. Geen van de bij de bouw betrokken partijen heeft deze tekortkomingen gesignaleerd. De controle op de veiligheid van het ontwerp en de uitvoering van de dakconstructie was onvoldoende.

Uit onderzoek blijkt dat al kort na de bouw in één van de bezweken lasverbindingen een scheur ontstond. Door het groter worden van die scheur is deze verbinding in de loop van de tijd steeds verder verzwakt. Ook trad ernstige roestvorming op. Tijdens het gebruik van het stadion is er geen nader onderzoek gedaan naar de technische staat van de verbindingen. De eigenaar had daardoor geen goed beeld van de achteruitgang in constructieve veiligheid van zijn gebouw. Ook de gemeente heeft in de gebruiksfase geen actief toezicht gehouden op de constructieve veiligheid. Het dak bezweek uiteindelijk bij een belasting die veel lager was dan waartegen de constructie bestand moest zijn.

Constructieve veiligheid van gebouwen in de gebruiksfase in Nederland

De huidige manier om constructieve veiligheid te borgen schiet tekort. Tekortkomingen tijdens de bouwfase (zoals hiaten in de controle op veiligheid van constructies) heeft de Onderzoeksraad in 2018 nog onder de aandacht gebracht in het rapport *Bouwen aan constructieve veiligheid*.¹ Veel van de risico's waar de Raad toen op wees, zijn ook van toepassing op de bouw van het AZ-stadion.

¹ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid – Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018.

Voor wat betreft de gebruiksfase blijkt uit dit onderzoek dat de constructief onveilige situatie bij het AZ-stadion niet op zichzelf staat. Een globale inventarisatie laat zien dat er in de afgelopen twintig jaar minstens zestig keer ernstige constructieve problemen aan het licht kwamen tijdens de gebruiksfase van een gebouw.

Deze situatie vloeit voort uit hoe in Nederland de borging van constructieve veiligheid van bestaande gebouwen is ingericht. De eigenaar² is weliswaar wettelijk verantwoordelijk voor de veiligheid van zijn gebouw, maar hoe hij dit moet invullen is niet nader uitgewerkt. Zo is er geen wettelijk voorschrift om de constructieve veiligheid periodiek te beoordelen.

Ook het leren van voorvallen met constructieve gebreken tijdens de gebruiksfase vindt niet structureel plaats. Nederland heeft geen systeem om dergelijke voorvallen te registreren en analyseren, zoals dat bijvoorbeeld in het Verenigd Koninkrijk gebeurt. Hierdoor ontbreekt een goed overzicht van voorvallen, oorzaken en lessen daaruit. Dit beperkt de mogelijkheden om structureel te leren.

Zowel de rijksoverheid als gemeenten kijken in de gebruiksfase vooral incidentgedreven naar constructieve veiligheid van gebouwen. Actuele ontwikkelingen, zoals de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen, het actieplan van het TOPoverleg Veiligheid en het protocol voor het beoordelen van stadions voor betaald voetbal, beogen de constructieve veiligheid te verbeteren, maar bieden nog onvoldoende oplossing voor de bredere veiligheidstekorten in de gebruiksfase die uit dit onderzoek naar voren komen.

Voorbeelden uit het buitenland laten zien dat er mogelijkheden zijn om constructieve risico's ook in de gebruiksfase beter te beheersen. Het Verenigd Koninkrijk en Duitsland kennen landelijke overheidsrichtlijnen voor het periodiek beoordelen van constructieve veiligheid bij bestaande gebouwen. Beide richtlijnen kennen een getrapte en proportionele aanpak, die aansluit bij de Nederlandse indeling van gebouwen in gevolklassen.

Op basis van dit onderzoek concludeert de Raad dat in Nederland periodieke aandacht voor constructieve veiligheid in de bouwfase en gebruiksfase van gebouwen onvoldoende geborgd is.

² Artikel 1b tweede lid Woningwet. In dit artikel is geen adressant opgenomen, maar uit de Memorie van Toelichting blijkt dat het hierbij gaat om de eigenaar of een ander die het bevoegd is tot het treffen van voorzieningen aan het bouwwerk. Wij richten ons verder op de gebouweigenaar, omdat die er altijd is.

De instorting van het tribunedak van het AZ-stadion op 10 augustus 2019 laat zien dat gebreken in de constructie van een gebouw onopgemerkt kunnen blijven totdat het ernstig mis gaat. Het ingestorte dak viel op een tribune met ongeveer 1.400 zitplaatsen. Gelukkig waren er op het moment van de instorting geen mensen op de tribune.

Toen de instorting gebeurde, was het stadion al dertien jaar in gebruik. Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat de instorting het gevolg was van ernstige gebreken die tijdens het ontwerp en de bouw van het stadion zijn ontstaan. Vervolgens zijn in de tussenliggende periode deze gebreken niet opgemerkt en dus ook niet verholpen. De eigenaar had geen goed beeld van de staat van de constructie. Een grondige inspectie had de scheurvorming in de lasverbinding die als eerste bezweek, aan het licht kunnen brengen. Naar aanleiding daarvan hadden dan ook de onderliggende gebreken tijdig ontdekt kunnen worden. Een dergelijke inspectie heeft niet plaatsgevonden. Dit gebeurde ook niet als onderdeel van de verplichte veiligheidsverklaring van de KNVB, terwijl een controle op constructieve veiligheid wel een eis is in die verklaring. De jaarlijkse verklaring werd ondertekend door zowel de clubdirecteur als de burgemeester.

Het onderzoek naar de instorting van het tribunedak van het AZ-stadion levert veiligheidslessen op voor zowel de bouwfase als de gebruiksfase.

Constructieve veiligheid in de bouwfase

De wijze waarop constructieve gebreken bij de bouw van het AZ-stadion zijn ontstaan, past in een patroon dat de Onderzoeksraad ook bij eerdere bouwongevallen heeft gezien: de betrokken partijen slagen er onvoldoende in om het proces van ontwerp en uitvoering zo te organiseren dat constructieve veiligheidsrisico's goed worden beheerst. De Raad heeft hiervoor herhaaldelijk aandacht gevraagd in zijn onderzoeken naar bouwongevallen. Naar aanleiding van de instorting van het parkeergebouw bij Eindhoven Airport heeft de Onderzoeksraad in 2018³ aan de brancheorganisaties in de bouwsector aanbevelingen gedaan om gezamenlijk hun verantwoordelijkheid te nemen voor het verbeteren van de constructieve veiligheid in het ontwerp- en bouwproces.

Dit heeft in 2019 geleid tot een actieplan van het TOPoverleg Veiligheid, een samenwerkingsverband van de brancheorganisaties in de bouw. Daarin formuleren de betrokken partijen hun ambitie: geen onveilige bouwwerken of instortingen en geen dodelijke ongevallen of ongevallen met ernstig letsel. Het voorval in het AZ-stadion onderstreept nog eens de noodzaak om deze ambitie waar te maken.

³ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid – Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018.

Zo blijkt uit de AZ-casus hoe belangrijk het is om de aandacht voor veiligheid stevig te verankeren in de verantwoordelijkheidsverdeling binnen een bouwproject. Het is aan de partijen van het TOPoverleg Veiligheid om de lessen uit de AZ-casus mee te nemen in de uitvoering van hun actieplan.

Constructieve veiligheid in de gebruiksfase

De recente aandacht voor constructieve veiligheid in de ontwerp- en bouwfase laat onverlet dat bestaande gebouwen in Nederland constructieve gebreken kunnen hebben die niet of te laat worden opgemerkt.

Uit een inventarisatie van de Onderzoeksraad blijkt dat het vaker voorkomt dat tijdens de gebruiksfase van een gebouw constructieve gebreken aan het licht komen. Zo waren er in de afgelopen twintig jaar minstens zestig voorvallen. Hoewel deze inventarisatie geen gedetailleerd inzicht in de aard en omvang van de problematiek biedt, is de uitkomst zorgelijk genoeg om veel meer aandacht te geven aan constructieve veiligheid in de gebruiksfase.

Dit geldt temeer omdat uit de inventarisatie diverse voorvallen naar voren kwamen bij gebouwen waar veel mensen tegelijkertijd bij elkaar komen, zoals stadions, parkeergarages, sport- en evenementenhallen, kantoorgebouwen en grote winkels. In de bouwregelgeving zijn dit soort gebouwen, waar bij instorting veel slachtoffers tegelijkertijd kunnen vallen, aangewezen met de gevolgklasse 3.⁴ Bezoekers en gebruikers van dergelijke gebouwen zijn voor hun veiligheid afhankelijk van hoe de ontwerpers, bouwers en eigenaren van die gebouwen omgaan met hun verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid.

Regels voor gebruiksfase te vrijblijvend

Eventuele fouten die in de ontwerp- of bouwfase van bovengenoemde gebouwen zijn gemaakt en constructieve gebreken die na de oplevering ontstaan, kunnen alleen nog in de gebruiksfase worden opgemerkt en hersteld. Een gebouweigenaar zou zich bij aanvaarding van het eigenaarschap (oplevering, aankoop) daarom in ieder geval grondig moeten laten informeren over de constructie van het gebouw en over de daarmee verband houdende veiligheidsrisico's die hij moet beheersen in de gebruiksfase. Verder mag van de eigenaar worden verwacht dat hij – in het verlengde daarvan – regelmatig controleert of zijn gebouw nog steeds constructief veilig is, bijvoorbeeld door periodiek onderhoud en inspectie. Dit vergroot de kans dat hij constructieve gebreken en – al dan niet als gevolg daarvan – achteruitgang van de constructie, vroegtijdig opmerkt en herstelt.

⁴ Het Bouwbesluit verwijst hierbij naar de indeling van drie gevolgklassen in de norm NEN-EN 1990. Daarin staat als omschrijving van gevolgklasse 3: grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen), en/of zeer grote economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. Voorbeelden van dergelijke gebouwen zijn stadions, tentoonstellingsruimten, concertzalen, hoogbouw hoger dan zeventig meter en grote openbare gebouwen.

Het huidige systeem van wet- en regelgeving dwingt echter onvoldoende af dat gebouweigenaren hun verantwoordelijkheid voor het beheersen van constructieve risico's adequaat invullen. Volgens de Woningwet is een eigenaar⁵ weliswaar verplicht om ervoor te zorgen dat zijn gebouw veilig is en blijft, maar de invulling van die verplichting is niet nader uitgewerkt. Bovendien is op naleving daarvan zelden sprake van preventief gemeentelijk toezicht. Het ontbreken van nadere uitwerking en gemeentelijk toezicht geldt ook voor gebouwen in de gevolgklasse 3, waarbij een instorting tot zeer ernstige gevolgen kan leiden.

De Raad constateert dat het bewaken van de constructieve veiligheid in de gebruiksfase nu niet de benodigde aandacht krijgt; noch van gebouweigenaren, noch vanuit het gemeentelijk toezicht.

Nieuwe ontwikkelingen lossen veiligheidstekort niet op

De Raad ziet momenteel drie ontwikkelingen die een positieve bijdrage kunnen leveren aan het wegnemen van het hierboven gesignaleerde veiligheidstekort. Voor de gebruiksfase is het te verwachten effect van deze ontwikkelingen echter te beperkt.

Het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) heeft naar aanleiding van het voorval bij het AZ-stadion samen met de KNVB een protocol ontwikkeld dat specifiek gericht is op het beoordelen van de constructieve veiligheid van een betaaldvoetbalstadion door de eigenaar. De Onderzoeksraad acht dit protocol een stap in de goede richting, maar constateert dat het niet verplicht is. Het zou beter zijn om op dit punt te zorgen voor een gelijk speelveld voor alle stadions, zodat de eigenaren op dezelfde wijze invulling geven aan hun verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid.

Het protocol van BZK en de KNVB is een publiek-privaat arrangement dat bijdraagt aan de constructieve veiligheid van betaaldvoetbalstadions in de gebruiksfase. Dit arrangement geldt echter niet voor andere gebouwen waar veel mensen komen (in de gevolgklasse 3), zoals andere stadions, tentoonstellingsruimten, concertzalen, hoogbouw hoger dan zeventig meter en grote openbare gebouwen.

Een tweede ontwikkeling is de nog in te voeren Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) die beoogt de veiligheid van gebouwen te bevorderen. Deze wet richt zich echter op de bouwfase en niet op waarborging van constructieve veiligheid tijdens de gebruiksfase van een gebouw. Daarmee is dus nog niet het veiligheidstekort in gebruiksfase geadresseerd. Bovendien geldt de Wkb vooralsnog alleen voor eengezinswoningen en andere kleinere gebouwen in gevolgklasse 1.

5 Artikel 1b tweede lid Woningwet. In het artikel is geen adressant opgenomen, maar uit de Memorie van Toelichting blijkt dat het hierbij gaat om de eigenaar of een ander die het bevoegd is tot het treffen van voorzieningen aan het bouwwerk. Wij richten ons verder op de gebouweigenaar, omdat die er altijd is.

De derde ontwikkeling is het actieplan van het TOPoverleg Veiligheid. Dat is gericht op het verbeteren van de constructieve veiligheid in het ontwerp- en bouwproces en niet op het beheersen van risico's in de gebruiksfase. Het plan is daarmee belangrijk voor de veiligheid van toekomstige gebouwen, maar zal geen effect hebben op de veiligheid van nu bestaande gebouwen.

Verplichting en richtlijnen nodig

De eigenaren van gebouwen in gevolgklasse 3 vormen een grote en zeer diverse groep. Ze zijn dan ook niet eenvoudig collectief aan te spreken op het beter invullen van hun verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid in de gebruiksfase. Publiek-private convenanten om dit regelen zijn vanwege de heterogeniteit van de groep eigenaren geen reële optie. Een wettelijke verplichting tot een periodieke inspectie en beoordeling van de constructieve veiligheid van hun gebouwen dwingt deze groep tot het waarmaken van de verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid in de gebruiksfase en zorgt bovendien voor een gelijk speelveld voor alle eigenaren van gebouwen in gevolgklasse 3.

Richtlijnen kunnen eigenaren ondersteunen bij het – op een proportionele manier – invullen van hun verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid. Daarbij acht de Raad het nodig dat er gemeentelijk toezicht komt op de naleving van deze verantwoordelijkheid. De combinatie van richtlijnen, wettelijke verplichting en toezicht daarop, neemt de vrijblijvendheid weg om constructieve veiligheidsrisico's in de gebruiksfase van gebouwen actief en preventief te beheersen.

Het onderzoek naar de instorting van het tribunedak van het AZ-stadion levert veiligheidslessen op voor zowel de bouwfase als de gebruiksfase van gebouwen.

Hiaten in de borging van constructieve veiligheid in de bouwfase (ontwerp en uitvoering) heeft de Onderzoeksraad al eerder geconstateerd.⁶ In het recente rapport naar aanleiding van het ingestorte parkeergebouw in Eindhoven heeft de Raad onder meer gewezen op de risico's van het niet onderkennen van consequenties van ontwerpkeuzes en van diffuse verantwoordelijkheidsverdeling tussen partijen waarbij niemand het grotere geheel overziet. Ook vroeg de Raad aandacht voor de risico's van het niet tijdig acteren op signalen van gebreken en van het afnemend gemeentelijk toezicht op de bouw. Ook bij de instorting bij het AZ-stadion hebben deze factoren een rol gespeeld. De Raad benadrukt daarom nu nogmaals het belang om werk te maken van het opvolgen van eerdere aanbevelingen voor het verbeteren van de veiligheid in de bouw.

Anders dan bij de meeste eerder onderzochte voorvallen, heeft de instorting in het AZ-stadion zich niet tijdens de bouw, maar pas in de gebruiksfase voorgedaan. De Raad richt zich daarom in zijn aanbevelingen nu nadrukkelijk op de beheersing van veiligheidsrisico's in de gebruiksfase.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid doet de onderstaande aanbevelingen.

Aan de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties:

1. Stel voor publiek toegankelijke gebouwen uit de gevolgklasse 3⁷ wettelijk verplicht dat de eigenaren periodiek onderzoek laten doen naar de constructieve veiligheid van het gebouw en zo nodig maatregelen nemen ter verbetering daarvan.
 - Laat dit periodiek onderzoek uitvoeren door een onafhankelijke, gecertificeerde deskundige.
 - Zorg ervoor dat de diepgang en frequentie van het onderzoek proportioneel zijn aan de potentiële ernst in termen van gevaar voor mensen.
 - Geef gemeenten de rol om toe te zien op de invulling van de wettelijke verplichting.
 - Leg vast dat gebouweigenaren bij elke eigendomsoverdracht het complete bouwdoossier, inclusief rapporten van inspecties, beoordelingen en eventuele herstelmaatregelen, overdragen aan de nieuwe eigenaar.

⁶ *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport, oktober 2018; Instorten van het dak van het in aanbouw zijnde dak van het stadion van FC Twente, te Enschede, juli 2012; Instorting verdiepingsvloer B-Tower Rotterdam, april 2012 en Veiligheidsproblemen met gevelbekleding, november 2006.*

⁷ Gevolgklasse 3 (NEN-EN 1990): grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen), en/of zeer grote economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. Voorbeelden van dergelijke gebouwen zijn stadions, tentoonstellingsruimten, concertzalen, hoogbouw hoger dan zeventig meter en grote openbare gebouwen.

- Benut buitenlandse ervaringen met richtlijnen voor sportaccommodaties (Verenigd Koninkrijk) en met periodieke beoordeling van constructies (Duitsland).
2. Geef – vooruitlopend op de wettelijke verplichting – eigenaren van gebouwen in gevolgklasse 3 een richtlijn voor de periodieke beoordeling van constructieve veiligheid, met een indicatie van diepgang en frequentie van het onderzoek.
- Benut daartoe het *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* als voorbeeld.

Aan de partijen van het TOPoverleg Veiligheid (Bouwend Nederland, het Opdrachtgeversforum in de bouw, VNconstructeurs, Governance Code Veiligheid in de Bouw, Koninklijke NLIingenieurs):

3. Zorg dat de lessen uit de instorting van het tribunedak van het AZ-stadion worden meegenomen in uw recent gelanceerde actieplan dat de veiligheid in de bouwsector structureel moet vergroten. Besteed hierbij in het bijzonder aandacht aan:
- de kwaliteitscontrole op de uitvoering van en het onderhoud aan de constructie van gebouwen waar veel mensen komen (NEN-EN 1990 gevolgklasse 3);
 - het bij oplevering van een gebouw aan de eigenaar verstrekken van een zorgvuldig samengesteld en compleet bouwdoosje, met daarin aanwijzingen en aandachtspunten voor gebruik, periodieke inspectie en preventief onderhoud;⁸
 - een systematiek om voorvallen rond constructieve veiligheid te registreren en te analyseren, met als doel lering te trekken uit die voorvallen. Het is belangrijk om de lessen die hieruit volgen voor bouw en gebruik actief te verspreiden onder partijen in de bouwsector en onder gebouweigenaren.⁹ Overweeg aan te sluiten bij internationale initiatieven, zoals CROSS International.¹⁰

Aan de KNVB:

4. Bevorder – vooruitlopend op de wettelijke verplichting zoals vermeld in aanbeveling 1 – dat alle licentiehouders op zo kort mogelijke termijn het *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* gaan volgen.

ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
Voorzitter van de Onderzoeksraad

mr. C.A.J.F. Verheij
Secretaris-directeur

⁸ Dit sluit aan op een aanbeveling uit het onderzoek *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

⁹ Idem.

¹⁰ Confidential Reporting on Structural Safety; www.structural-safety.org/international.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op zaterdag 10 augustus 2019 stortte een deel van het tribunedak van het stadion van betaaldvoetbalclub AZ te Alkmaar in. De stalen dakconstructie kwam terecht op stoelen waarop tijdens wedstrijden honderden toeschouwers zitten. Op het moment van de instorting was er geen publiek aanwezig. Daardoor vielen er gelukkig geen slachtoffers. Wel veroorzaakte de instorting aanzienlijke materiële schade.¹¹

Het voorval kreeg veel aandacht in de media en leidde tot discussie over de veiligheid van andere voetbalstadions en vergelijkbare gebouwen. Voor de Onderzoeksraad was de instorting van het tribunedak aanleiding om een onderzoek te starten.



Figuur 1: Op 10 augustus 2019 stortte een deel van het tribunedak van het AZ-stadion in. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

¹¹ In de geconsolideerde jaarrekening 2019-2020 van AZ staat dat de club een bedrag van € 10 miljoen heeft ontvangen van de verzekeraar, waarbij € 7,5 miljoen is berekend voor gedeerde inkomsten en gemaakte kosten (gevolgschade) en € 2,5 miljoen voor schade in verband met herstel en sloop van het dak.

1.2 Tussentijdse waarschuwing

In de dagen na de instorting heeft de Onderzoeksraad het AZ-stadion enkele malen bezocht. Bij een visuele inspectie van het resterende deel van het stadiondak zijn enkele scheuren en verdachte plekken aangetroffen. Dit was voor de Raad aanleiding om op 16 augustus 2019, in het belang van de veiligheid van gebruikers en toeschouwers, een tussentijdse waarschuwing te geven aan stadioneigenaar AZ en gemeente Alkmaar.

In zijn waarschuwing stelde de Raad dat de scheuren konden leiden tot het bezwijken van delen van het resterende dak en dus een acuut risico vormden. De Raad drong er bij eigenaar AZ op aan om de stabiliteit en sterkte van de constructie te controleren en waar nodig maatregelen te treffen. De gemeente Alkmaar kreeg de aanbeveling om hier als vergunningverlener op toe te zien.

De gemeente Alkmaar heeft AZ direct na de instorting mondeling en per e-mail een aanschrijving gegeven met de te treffen veiligheidsmaatregelen. Op 16 augustus 2019 volgde nog een schriftelijke bevestiging hiervan aan AZ via een definitieve aanschrijving. AZ heeft vervolgens de veiligheid van de resterende dakconstructie nader laten onderzoeken. Eind augustus besloot AZ om driekwart van het stadiondak te verwijderen.

1.3 Doel, afbakening en vraagstelling

Doel van dit onderzoek is veiligheidslessen te trekken uit de instorting om vergelijkbare voorvallen in de toekomst te voorkomen.

De Onderzoeksraad heeft al eerder voorvallen onderzocht op het gebied van constructieve veiligheid in de bouwsector.¹² Hieruit kwam naar voren dat veiligheid onvoldoende geborgd was in het proces van ontwerp en uitvoering.

Anders dan bij de meeste eerder onderzochte voorvallen, heeft de instorting in het AZ-stadion zich niet tijdens de bouw, maar pas in de gebruiksfase voorgedaan. Dit riep bij de Onderzoeksraad de vraag op hoe constructieve veiligheid van gebouwen is gewaarborgd in de gebruiksfase.

Dit onderzoek richt zich daarom niet alleen op risico's die voortkomen uit de totstandkoming van het AZ-stadion (ontwerp- en uitvoeringsfase), maar nadrukkelijk ook op de beheersing van veiligheidsrisico's in de gebruiksfase. Vooral voor deze gebruiksfase wil de Raad veiligheidslessen trekken om de constructieve veiligheid van bestaande gebouwen te waarborgen.

¹² *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport, oktober 2018; Instorten van het dak van het in aanbouw zijnde dak van het stadion van FC Twente, te Enschede, juli 2012; Instorting verdiepingvloer B-Tower Rotterdam, april 2012 en Veiligheidsproblemen met gevelbekleding, november 2006.*

De twee hoofdvragen van het onderzoek zijn daarom:

1. Hoe heeft het dak van het AZ-stadion kunnen instorten?
2. Welke lessen zijn uit dit voorval te trekken voor het borgen van constructieve veiligheid bij gebouwen in de gebruiksfase?

1.4 Onderzoeksaanpak

Overeenkomstig de twee onderzoeksvragen bestaat het onderzoek uit twee delen. Het eerste deel is gericht op het voorval bij het AZ-stadion. Daarbij is gekeken naar directe en achterliggende technische oorzaken vanuit ontwerp, uitvoering en gebruik van het gebouw. Ook heeft de Raad onderzocht hoe risico's beheerst werden in de onderlinge controle tussen bouwpartijen en het gemeentelijk toezicht.

De bevindingen hieruit zijn vervolgens in breder perspectief geplaatst. De Onderzoeksraad heeft een inventarisatie gedaan van constructieve gebreken bij gebouwen in de gebruiksfase. Ook is gekeken naar actuele werkwijzen voor de borging van constructieve veiligheid in de gebruiksfase.

De Raad heeft voor zijn onderzoek verschillende soorten informatie verzameld en geanalyseerd. Betrokken partijen zijn geïnterviewd en de Raad heeft diverse deskundigen geraadpleegd. Documenten over het voorval zijn opgevraagd en bestudeerd. Andere onderzoeken naar aanleiding van het voorval zijn gevolgd en deels getoetst (zie 1.6). Ook heeft de Raad een enquête gehouden onder gemeenten. Een nadere toelichting op de aanpak van het onderzoek staat in bijlage A.

1.5 Referentiekader

De Onderzoeksraad stelt tijdens zijn onderzoek een referentiekader op. Het referentiekader geeft weer wat – naar de huidige inzichten – een goede manier is om een bepaald veiligheidsrisico te beheersen. De Onderzoeksraad put hierbij zowel uit zijn eigen ervaring als uit bewezen werkwijzen uit Nederland en andere landen. Vervolgens wordt het referentiekader gebruikt om te bekijken waar in de huidige manier van werken veiligheidstekorten optreden. Het referentiekader is opgenomen in bijlage C.

1.6 Andere onderzoeken

De instorting van een deel van het tribunedak van het AZ-stadion was ook voor AZ en de gemeente Alkmaar aanleiding voor onderzoek.

In opdracht van AZ heeft Royal HaskoningDHV (RHDHV) onderzoek gedaan naar de technische oorzaak van de instorting.¹³ Dit onderzoek richtte zich op 1) de belasting die de instorting heeft veroorzaakt, 2) het lokale en globale bezwijkmechanisme van de constructie en 3) gebreken in de constructie tijdens ontwerp, uitvoering en gebruik.

In opdracht van AZ heeft SGS Intron, als onderdeel van het RHDHV-onderzoek, materiaalkundig onderzoek gedaan naar de breukvlakken en lasverbindingen van de bezwiken stalen liggers.¹⁴ De Onderzoeksraad was nauw betrokken bij de opzet, uitvoering en rapportage van dit onderzoek.

In opdracht van de gemeente Alkmaar heeft Berenschot het proces van vergunningverlening, toezicht en handhaving tijdens en na de bouw van het stadion geëvalueerd.¹⁵ Daarbij is gekeken naar de rolopvatting en roluitvoering van de gemeente.

De Onderzoeksraad heeft kennis genomen van de resultaten van deze onderzoeken en deze waar relevant betrokken in zijn eigen onderzoek. Een nadere toelichting hierop staat in bijlage A.

1.7 Leeswijzer

Dit rapport is uit twee delen opgebouwd. De hoofdstukken 2, 3 en 4 gaan in op het voorval bij het AZ-stadion. Hoofdstuk 2 beschrijft de toedracht van de instorting, hoofdstuk 3 de technische achtergronden (ontwerp, uitvoering en gebruik van het stadion), en hoofdstuk 4 de kwaliteitscontrole en het toezicht.

De hoofdstukken 5, 6 en 7 verbreden naar de constructieve veiligheid van andere gebouwen in de gebruiksfase. Hoofdstuk 5 inventariseert voorvallen waar ernstige constructieve gebreken pas in de gebruiksfase aan het licht zijn gekomen. Hoofdstuk 6 gaat over de borging van constructieve veiligheid in de gebruiksfase waarbij knelpunten en verbetermogelijkheden aan de orde komen. Hoofdstuk 7 beschrijft relevante actuele ontwikkelingen sinds het voorval bij het AZ-stadion.

In hoofdstuk 8 staan de overkoepelende conclusies over het voorval en over de borging van constructieve veiligheid van gebouwen in de gebruiksfase. Het rapport sluit af met aanbevelingen (hoofdstuk 9).

¹³ RoyalHaskoningDHV, *Onderzoek naar de technische oorzaken van het gedeeltelijk bezwijken van de dakconstructie van het AFAS Stadion te Alkmaar*, april 2020.

¹⁴ SGS Intron, *Beoordelen bezwiken lassen AFAS stadion, spanten assen 38, 39, 40, 41*, maart 2020.

¹⁵ Berenschot, *Evaluatie van het VTH-proces rond het AFAS-stadion in Alkmaar*, 2020.

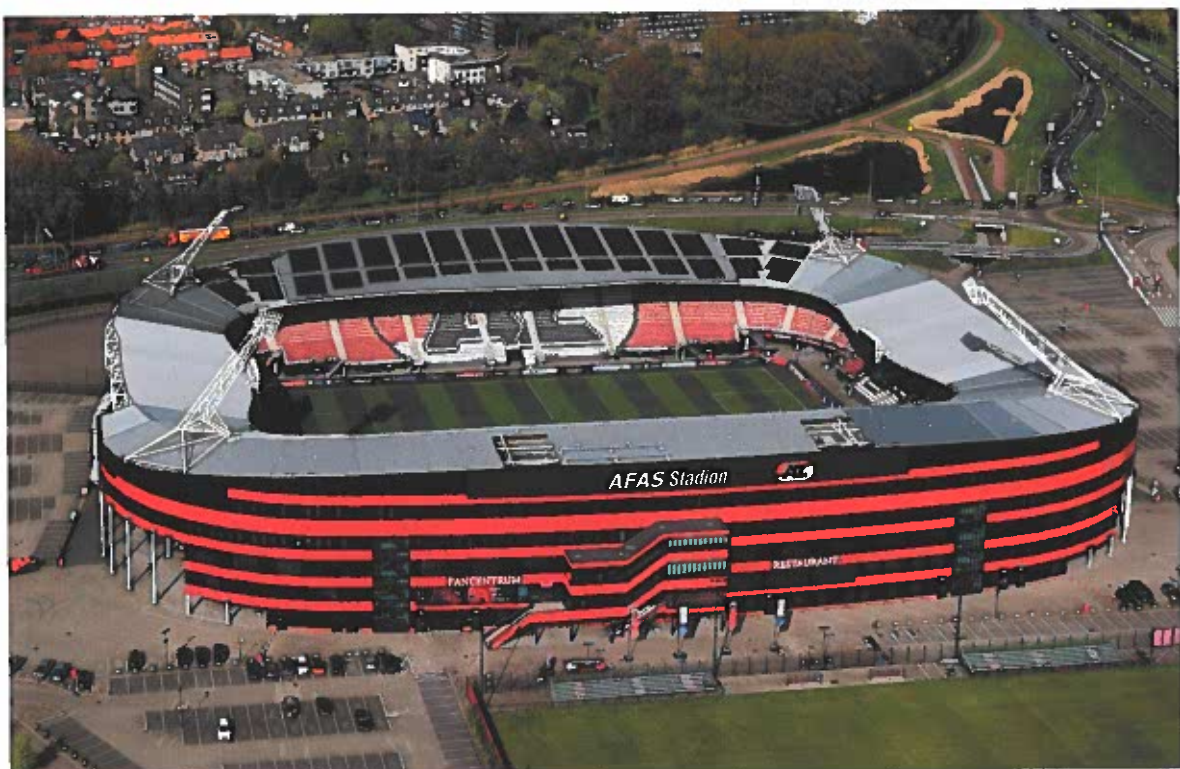
2 HET STADION EN DE INSTORTING

In dit hoofdstuk wordt eerst (in 2.1) het stadion beschreven en aangegeven welke partijen betrokken waren bij het ontwerp, de bouw en het gebruik ervan. Vervolgens wordt (in 2.2) toegelicht hoe een deel van de dakconstructie is ingestort en onder welke weersomstandigheden dat gebeurde. Daarna worden (in 2.3) de opbouw van de dakconstructie en de bezweken verbindingen beschreven. Tot slot volgt (in 2.4) een analyse van het bezwijkproces.

2.1 Stadion

2.1.1 Het gebouw

In Alkmaar staat het AFAS-stadion, dat de thuisbasis vormt van de betaaldvoetbalclub AZ. Het stadion staat aan de rand van de bebouwde kom en wordt omgeven door een parkeerterrein en oefenvelden. Rondom het veld bevindt zich een doorlopende tribune met in totaal ruim 17.000 zitplaatsen. Aan een van de lange zijdes bevindt zich achter de tribune het zogenoemde hoofdgebouw. Daarin zijn naast de accommodaties voor spelers, supporters, opslag en onderhoud, ook kantoorruimten, een restaurant en skyboxes ondergebracht.



Figuur 2: Het AFAS-stadion in Alkmaar, voordat op 10 augustus 2019 een deel van het tribunedak instortte. (Bron: Marco van Middelkoop luchtfotografie)

De tribune was volledig overdekt. Het betrof een uitkragende constructie, wat inhoudt dat het tribunedak was uitgevoerd als een luifel die aan de veldzijde niet werd ondersteund. Het dak liep in de hoeken door en had een golvende vorm. Aan de kant van het hoofdgebouw liep het tribunedak over in het dak van dat gebouw. Op een deel van het tribunedak bevonden zich zonnepanelen.

2.1.2 Het ontwerp

De opdracht voor het ontwerp van het stadion werd rond 2000 gegeven door Egedi B.V. (destijds onderdeel van DSB, de bank die toen ook eigenaar was van de voetbalclub AZ).

Het ontwerp werd gemaakt door architectenbureau Zwarts & Jansma Architects en Bureau Broersma als ontwerpend constructeur. In eerste instantie omvatte het projectplan niet alleen een stadion maar ook een omringende winkelpromenade met daaronder parkeerkelders. Voor dat project werd een definitief ontwerp opgesteld. Vervolgens besloot de opdrachtgever af te zien van de winkelpromenade en parkeerkelders en het project door te zetten met alleen het stadion. Voor het afgeslankte project werd, door dezelfde architect en ontwerpend constructeur, een nieuw definitief ontwerp gemaakt. Op basis daarvan heeft de gemeente Alkmaar in april 2004 een bouwvergunning afgegeven.

2.1.3 De bouw

Ook voor de bouw van het stadion was Egedi B.V. opdrachtgever. Voor de realisatie van het stadion koos de opdrachtgever voor een zogenaamde *Design & Build* aanbesteding. Bij zo'n aanbesteding stelt de opdrachtgever een functioneel gespecificeerde uitvraag op en krijgt de opdrachtnemer de ruimte om daarbinnen het ontwerp en de realisatie zelf te optimaliseren en op elkaar af te stemmen. Aan de aanbestedingsprocedure werd onder andere deelgenomen door Bouwbedrijf Midreth. Die liet zich bijstaan door Ingenieursgroep Romkes B.V. en staalbouwer Hardstaal Lemmer B.V. Deze drie partijen hadden al eerder samen bouwprojecten gerealiseerd. Op verzoek van het bouwbedrijf optimaliseerde Ingenieursgroep Romkes B.V. het ontwerp, waarbij onder andere het type fundering, de overspanningsrichting van de vloeren en de dakplaten, alsook de dimensies van de toegepaste staalprofielen werden aangepast. Dit leverde onder meer een flinke reductie van de bouwkosten op.

Op basis van het geoptimaliseerde ontwerp werd in 2004 de aanbesteding gegund aan Bouwbedrijf Midreth als hoofdaannemer. Deze huurde meerdere onderaannemers in, waaronder Hardstaal Lemmer B.V. voor de bouw van de staalconstructie. De staalbouwer huurde op zijn beurt Ingenieursgroep Romkes B.V. als staalconstructeur in voor het opstellen van het detailontwerp, inclusief berekeningen en tekeningen. De hoofdaannemer huurde ook Bureau Broersma in als hoofdconstructeur. Dat bureau had het oorspronkelijke ontwerp gemaakt en kreeg de taak om de aanpassing daarvan te controleren. De hoofdconstructeur kreeg tevens de taak om als verbindingsschakel met de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente te fungeren.¹⁶ Het fabriceren van de staalconstructie gebeurde in de werkplaats van de staalbouwer. De conservering

¹⁶ De afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente Alkmaar vond de toetsende rol van de hoofdconstructeur belangrijk en verlangde diens akkoord bij ingediende stukken.

en de montage werden gedaan door gespecialiseerde bedrijven die de staalbouwer inhuurde.

De daadwerkelijke bouw werd in ongeveer anderhalf jaar gerealiseerd: de eerste paal werd geslagen in december 2004 en de oplevering was in augustus 2006.

2.1.4 Eigendom en gebruik

Het stadion werd op 4 augustus 2006 in gebruik genomen. De eerste eigenaar was DSB, die destijds eveneens eigenaar was van de voetbalclub AZ. Na het faillissement van DSB in 2009, kocht een groep van lokale en regionale investeerders, verenigd in Stadion Alkmaar B.V., het stadion. De aandelen van de voetbalclub AZ gingen over naar de Stichting AZ Alkmaar. Die stichting kocht in 2017 ook het stadion. Het stadion wordt vanaf het begin uitsluitend gebruikt door voetbalclub AZ. De club heeft vanaf het begin ook het beheer en onderhoud van het stadion verzorgd (zie hoofdstuk 4).

Het AFAS-stadion is rond 2004-2006 ontworpen en gebouwd in opdracht van DSB, de toenmalige eigenaar van de betaaldvoetbalclub AZ. De bouw gebeurde, op basis van een Design & Build aanbesteding, door een hoofdaannemer en meerdere onderaannemers. AZ is sinds de oplevering de enige gebruiker en verzorgt sindsdien tevens het beheer en het onderhoud van het stadion; ten tijde van de instorting was AZ tevens eigenaar.

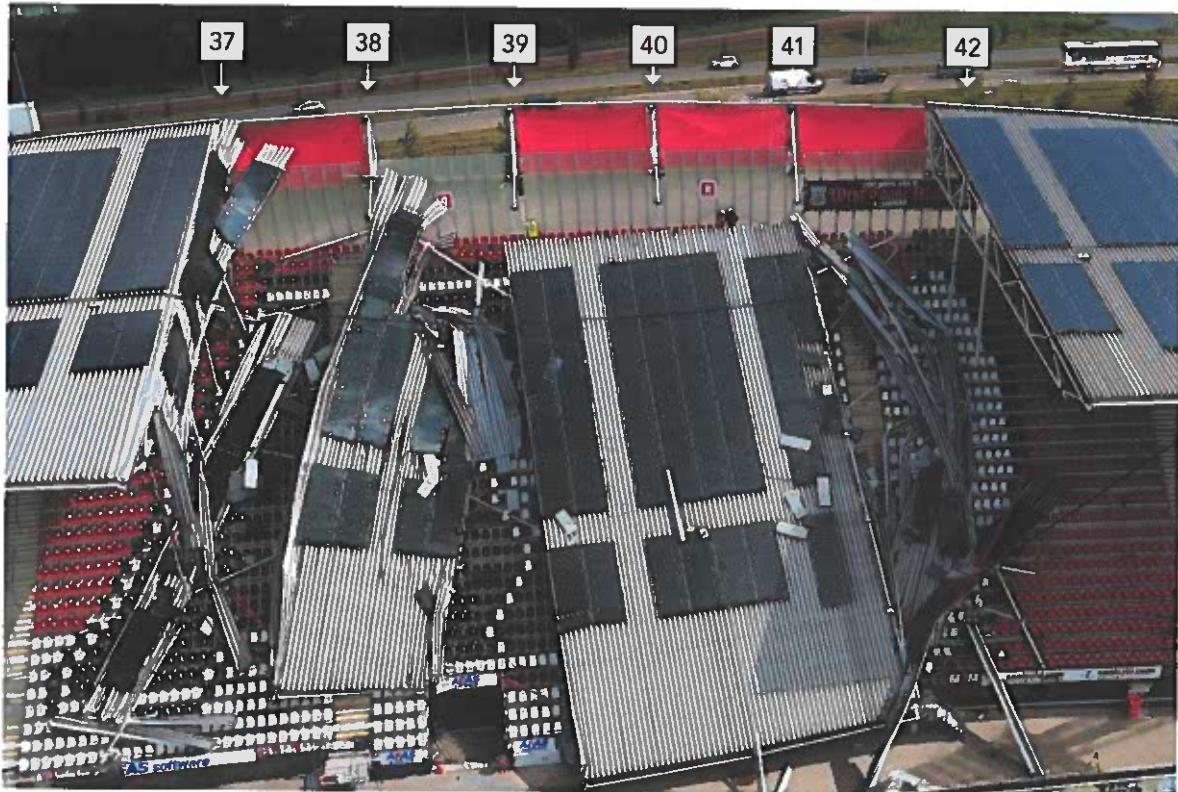
2.2 Instorting

2.2.1 De toedracht

Op zaterdag 10 augustus 2019 is omstreeks 17.15 uur een deel van het tribunedak naar beneden gevallen en op de tribune terechtgekomen. Het ingestorte dakgedeelte was ongeveer 40 x 30 meter groot en omvatte de spanten 38 tot en met 41 (zie figuur 3). In het daaronder gelegen deel van de tribune bevonden zich ongeveer 1.400 zitplaatsen. Doordat de tribune op dat moment leeg was, vielen er geen slachtoffers.

Tijdens de instorting waren drie personen aanwezig in het supportershome op de begane grond in het hoofdgebouw. Vanuit die ruimte is er door een raam zicht op het deel van het tribunedak dat is ingestort. Twee van de aanwezige personen verklaren dat ze op een zeker moment een luide knal hoorden en vervolgens zagen dat aan de overkant van het veld een deel van het tribunedak losscheurde en op de tribune viel.

In het stadion bevinden zich diverse videocamera's. Door één daarvan is een deel van het instortingsproces vastgelegd. Door de positie en instelling van de camera is op de beelden het losbreken van het dakgedeelte niet te zien, maar het laatste deel van het naar beneden vallen wel.



Figuur 3: In het deel van het dak dat is ingestort bevonden zich vier spanten (genummerd 38 tot en met 41).
(Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

2.2.2 De weersomstandigheden

Op 10 augustus 2019 was het aan het begin van de middag vrijwel onbewolkt en zonnig. In de loop van de middag liep de temperatuur op tot zo'n 22 °C. De wind, die uit zuidwestelijke richting kwam, trok in de loop van de dag aan van matig tot hard. Rond het moment van de instorting was de wind hard tot stormachtig, met een windkracht van 7 Bft en windstoten tot ongeveer 90-95 km/uur.¹⁷ AZ speelde op die dag niet in het stadion.

Elders in Alkmaar werden die dag, ondanks de wind, wel de Europese Kampioenschappen wielrennen gereden. De windomstandigheden waren niet uitzonderlijk: het stadion was sinds de ingebruikname (medio 2006) al diverse keren aan een vergelijkbare of krachtigere windbelasting blootgesteld.¹⁸

Tijdens de instorting heerste er een harde tot stormachtige wind. In de dertien jaren die er aan voorafgingen, was het stadion al meerdere keren aan een vergelijkbare of krachtigere windbelasting blootgesteld.

¹⁷ De gegevens over de weersgesteldheid zijn gebaseerd op meetwaarden van het naburige KNMI-metstation Berkhout.

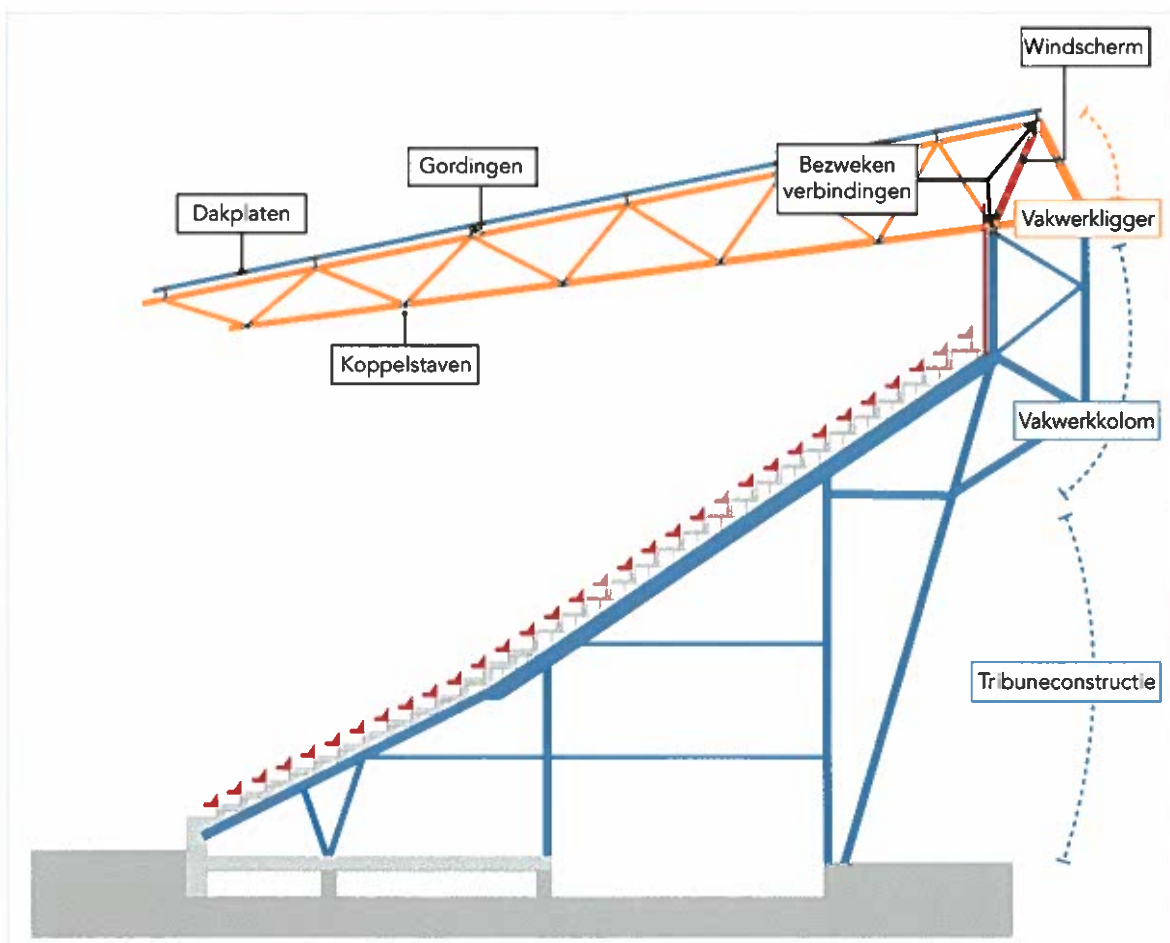
¹⁸ In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de windbelastingen waaraan het stadion sinds de oplevering is blootgesteld.

2.3 Dakconstructie en bezweken verbindingen

De dragende constructie van het tribunedak werd gevormd door zestig stalen spanten, met een tussenafstand van ongeveer 8 meter. De spanten waren gemaakt van stalen profielen die als een vakwerk aan elkaar waren gelast. Elk spant bestond uit een uitkragend horizontaal vakwerk (ligger) dat via een boutverbinding was bevestigd aan een verticaal vakwerk (kolom), zie figuur 4.

Door de golvende vorm van het dak varieerde langs elke zijde de lengte van het dak en dus van de spanten. De vakwerkliggers met het grootste overstek waren te vinden in het midden van de lange zijden, links en rechts van de middenlijn van het voetbalveld. Deze liggers waren meer dan 30 meter lang en 3 meter hoog.

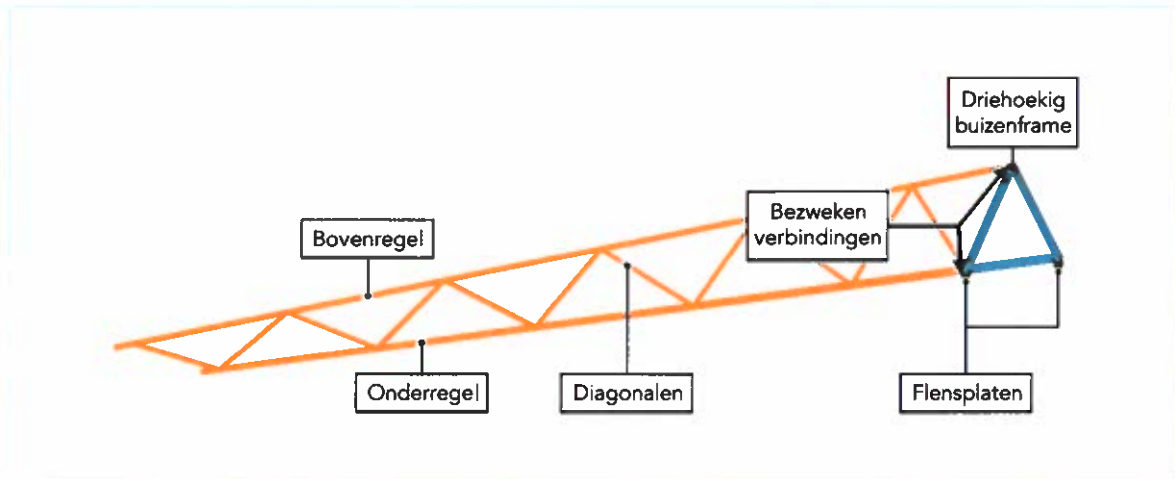
Tussen de spanten waren gordingen en koppelstaven aangebracht. Deze dienden, behalve voor de bevestiging van de dakplaten, voor de stabiliteit van het gehele dak. Ook was tussen verschillende spanten een windverband¹⁹ aangebracht, bijvoorbeeld tussen spanten 40 en 41. Van een tweede draagweg of een andere mogelijkheid voor aanzienlijke krachtoverdracht tussen spanten was geen sprake. In de bochten droegen de spanten ook de lichtmasten die op het dak waren gemonteerd.



Figuur 4: Doorsnede van de tribuneconstructie met een spant. Figuur op basis van bouwtekening.

¹⁹ Vaak diagonale constructie-elementen die horizontale krachten op een bouwwerk samen met de rest van de constructie naar de fundering leiden.

Binnen de vakwerkligger zijn verschillende onderdelen aan te wijzen, zie figuur 5. Allereerst een driehoekig buizenframe dat, via twee flensplaten met bouten, de verbinding vormde van de vakwerkligger met de vakwerkkolom eronder. Het uitkragende deel van de ligger bestond uit twee vierkante kokers, de boven- en onderregel, met daartussen ronde buizen als diagonalen.



Figuur 5: Schematische weergave van een van de vakwerkliggers.

Alle onderdelen van de vakwerkliggers waren via lassen verbonden en ontworpen met staal van sterkteklasse S355.²⁰ Zie tabel 1 voor de vorm en dimensies van gehanteerde profielen.

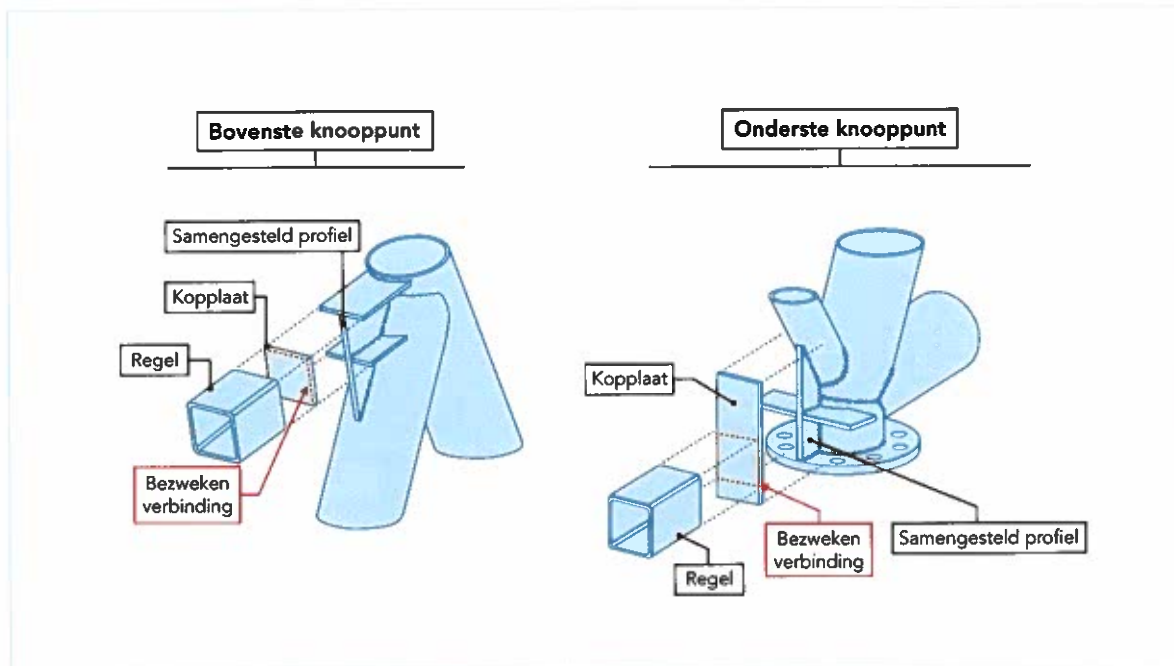
Onderdeel	Buitenmaat [mm]	Wanddikte [mm]	Profiel
Buis (driehoekig frame)	273	10	Rond
Koker (boven- en onderregel)	180 x 180	8	Vierkant met ronde hoeken
Buis (diagonalen)	140	8	Rond

Tabel 1: De gehanteerde profielen voor de vakwerkliggers van de spanten, exclusief die van het hoofdgebouw.

Bij de instorting zijn in vier naast elkaar gelegen spanten op dezelfde plaatsen twee lasverbindingen afgebroken. Het betrof de lasverbindingen waarmee de bovenregel en de onderregel van het horizontale spantdeel aan de rest van de constructie waren bevestigd (zie figuur 4 en figuur 5).

De bezweken verbinding betrof de las tussen de kokervormige regel en de kopplaat, die – ook met een lasverbinding – verbonden was met een samengesteld profiel (zie figuur 6).

²⁰ S235 was destijds de meeste gangbare staalsoort in constructies. Ten opzichte van S235 heeft S355 o.a. een hogere vloeisterkte en kan daardoor hogere spanningen weerstaan.



Figuur 6: Bij de vier bezweken spanten brak zowel in het bovenste als het onderste knooppunt de lasverbinding tussen de regel en de kopplaat.

2.4 Analyse bezwijkproces

2.4.1 Materiaalkundig onderzoek bezweken verbindingen

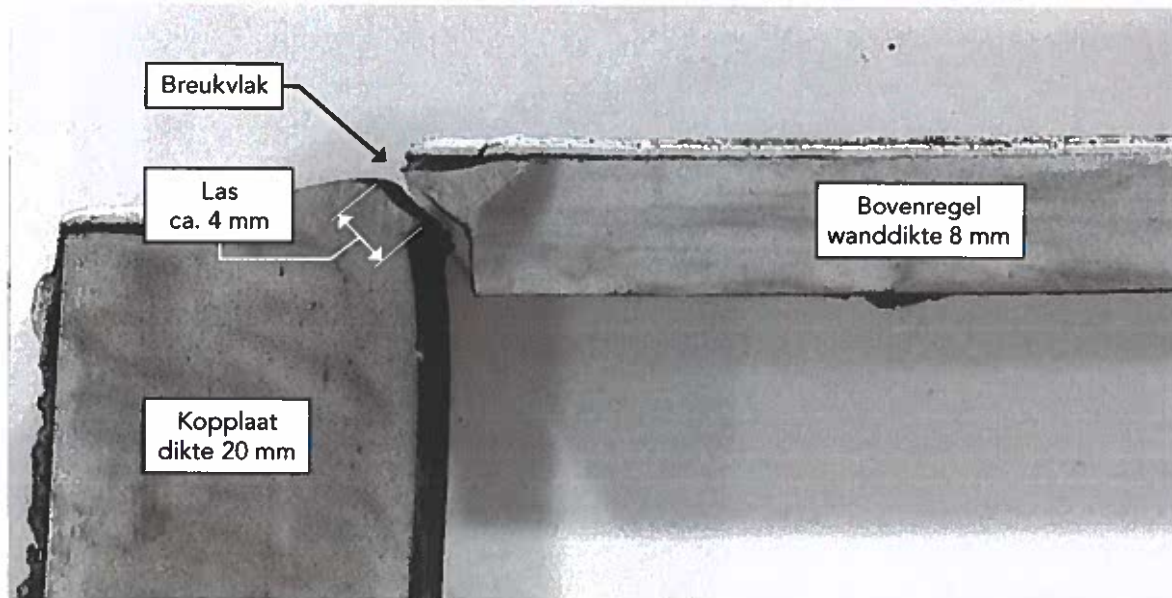
Voor de reconstructie van het bezwijkproces zijn de bezweken verbindingen onderzocht door SGS. Ten behoeve van dat onderzoek zijn van de vier bezweken spanten de bovenste en onderste knooppunten losgezaagd en overgebracht naar het laboratorium van SGS. Daar zijn de bezweken verbindingen beschreven en materiaalkundig onderzocht. Daarbij zijn doorsnedes van de breukvlakken gemaakt, die vervolgens visueel en microscopisch zijn beoordeeld. Ter beoordeling van de materiaaleigenschappen zijn verder hardheidsmetingen en trekproeven gedaan. Ook werd bij een deel van de lassen de chemische samenstelling van het lasmateriaal bepaald. Tevens werd bepaald welk type coating op de onderdelen was aangebracht en wat de laagdikte daarvan was.

Uit het materiaalkundig onderzoek is onder meer het volgende gebleken:²¹

- a. Bij alle acht bezweken verbindingen loopt de breuk vrijwel overal door de las en vrijwel nergens door de naastgelegen zones. Dat betekent dat de las zelf kennelijk de zwakste schakel in de verbinding vormde.

²¹ Het materiaalkundig onderzoek is beschreven in SGS-rapport A111090/R20190402, *Beoordelen bezweken lassen AFAS Stadion* d.d. 18 maart 2020.

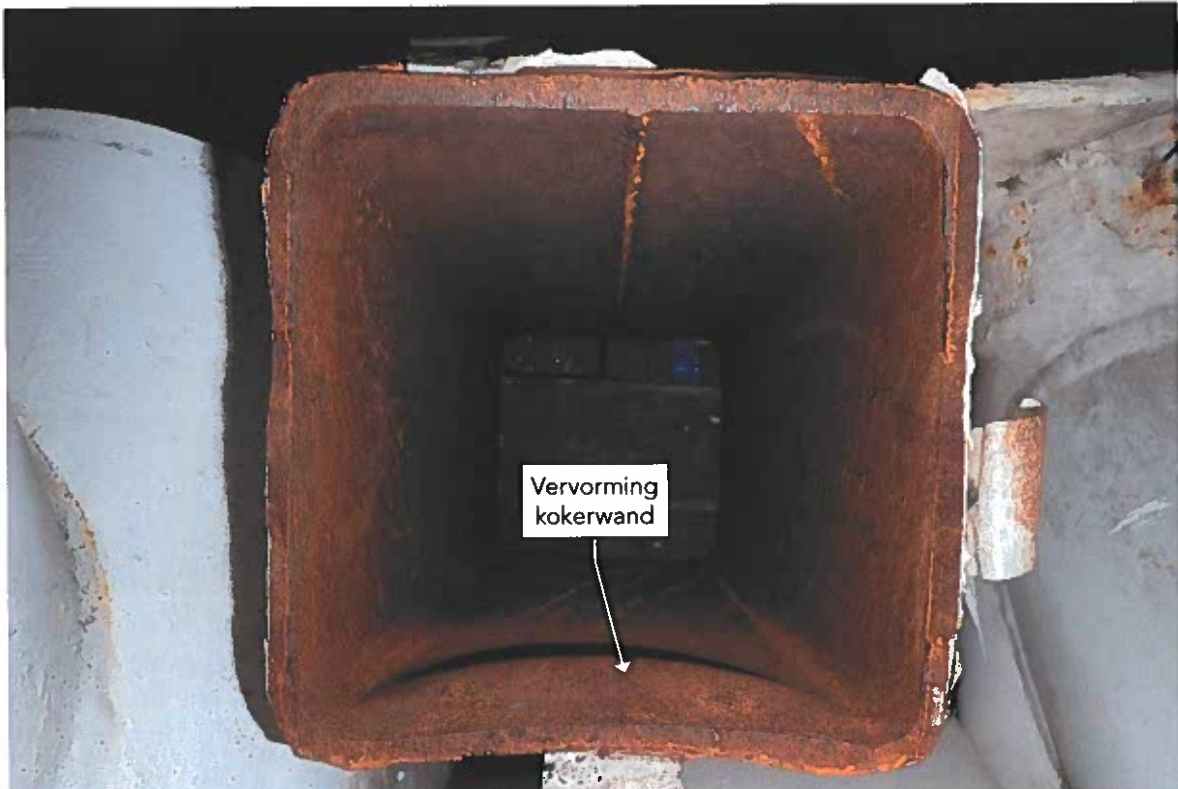
- b. Bij de bezweken lasverbindingen is vrijwel overal de dikte van de las aanmerkelijk kleiner dan de wanddikte van de regel (2 tot 6 millimeter ten opzichte van 8 millimeter), zie figuur 7. Een dergelijk verschil is ongebruikelijk, omdat bij dit type lasverbindingen de dikte van de las doorgaans ten minste gelijk is aan de kleinste wanddikte van de delen die door de las verbonden zijn. Dit aspect is nader toegelicht in hoofdstuk 3.



Figuur 7: De lassen waarmee de regels aan de kopplaten waren verbonden, waren bij alle vier bezweken spanten aanmerkelijk dunner dan de wanddikte van de regel. (Bron: SGS INTRON B.V.)

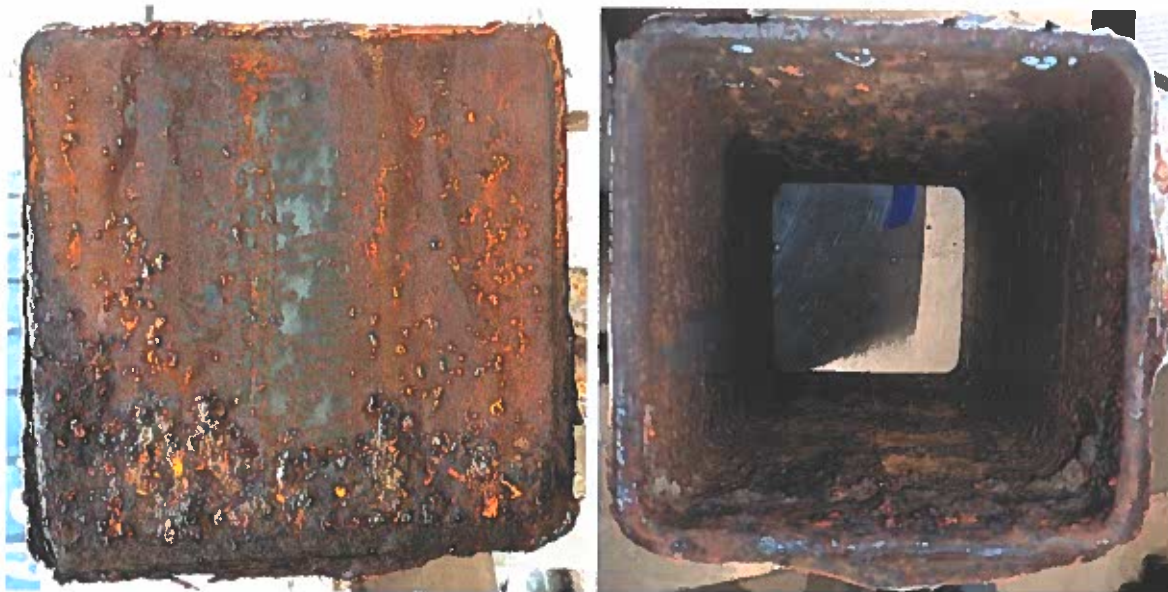
- c. Bij geen van de breukvlakken zijn groeilijnen zichtbaar. Groeilijnen zijn kenmerkend voor een breuk ten gevolge van vermoeiing bij weinig rek (het zogenoemde *high cycle fatigue*).²²
- d. Bij de bovenste knooppunten is het uiteinde van de regel bij de bezweken las niet vervormd, terwijl dat bij de onderste knooppunten wel het geval is (zie figuur 8).

²² Een breuk ten gevolge van *high cycle fatigue* ontstaat door een vermoeiingsproces, waarbij een klein scheurtje onder invloed van een groot aantal belastingswisselingen (met weinig rek) steeds verder 'groeit'. Het groeien van de scheur gaat meestal gepaard met het ontstaan van kleur- en hoogteverschillen in de beide breukvlakken en die worden groeilijnen genoemd.



Figuur 8: Bij de onderste knooppunten is aan het uiteinde van de regel (bij de bezweken las) de wand van het kokerprofiel vervormd. Deze foto toont die vervorming bij spant 39. (Bron: SGS Intron B.V.)

- e. Bij de bezweken verbinding tussen de regel en de kopplaat in het bovenste knooppunt van spant 40 is op en rond het breukvlak zware corrosie aanwezig. Die zware corrosie bevindt zich op het onderste deel van de kopplaat en op het onderste deel van de regel (zie figuur 9). Volgens SGS blijkt uit de aard en omvang van de corrosie dat het ontstaan ervan vrijwel zeker ten minste tien jaar en mogelijk nog langer heeft geduurd. Op basis daarvan gaat de Raad er van uit dat er bij het bovenste knooppunt van spant 40 al ten minste vanaf 2009 sprake was van scheurvorming in de lasverbinding tussen regel en kopplaat.



Figuur 9: Bij het bovenste knooppunt van spant 40 vertoont het onderste deel van de kopplaat (linkerfoto) en van de regel (rechterfoto) zware corrosie. (Bron linker foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid. Bron rechter foto: SGS INTRON B.V.)

2.4.2 Reconstructie bezwijkproces

Uit het schadebeeld zoals hiervoor is beschreven, leidt de Raad het navolgende af.

Het feit dat de breukvlakken geen groeilijnen vertonen, betekent dat de breuken waarschijnlijk niet het gevolg zijn van *high cycle fatigue* maar dat het om geweldbreuken gaat.²³ Een geweldbreuk ontstaat doordat op dat moment de *belasting* op de verbinding groter is dan de *belastbaarheid* van de verbinding. Uit het feit dat bij het bovenste knooppunt van spant 40 een deel van het breukvlak aanzienlijk zwaarder gecorrodeerd was dan de rest, blijkt dat het bezwijken van die verbinding zich in meerdere fasen heeft voltrokken. Dat rond het breukvlak van de bovenste knooppunten geen vervorming is ontstaan en bij de onderste knooppunten wel, betekent dat per spant eerst het bovenste en daarna het onderste knooppunt is bezweken.²⁴

Omdat de betreffende vier spanten qua vormgeving en afmetingen ongeveer gelijk zijn, zal de belasting op de verbindingen bij de vier spanten ook vergelijkbaar zijn geweest. Uit de zware corrosie op het breukvlak van het bovenste knooppunt van spant 40 blijkt dat bij dat knooppunt ten tijde van de instorting ongeveer de helft van de lasverbinding tussen bovenregel en kopplaat ontbrak. Dit duidt er op dat de belastbaarheid van die verbinding toen aanmerkelijk kleiner was dan die van de bovenste verbindingen in de andere drie bezweken spanten. Dit alles samengenomen betekent naar het oordeel van de Raad dat de instorting is begonnen met het bezwijken van het bovenste knooppunt van spant 40 en dat daarna, als gevolg van de daardoor optredende extra belasting, ook de andere drie spanten zijn bezweken.

²³ Het ontbreken van groeilijnen betekent niet zonder meer dat een breuk 'in één keer' moet zijn ontstaan; ook een breuk zonder groeilijnen kan (bijvoorbeeld bij *low cycle fatigue*) in meerdere stappen zijn ontstaan.

²⁴ De verbinding van de bovenregel werd op trek belast en die van de onderregel op druk. Na het bezwijken van de bovenste verbinding verdraaide het horizontale spantdeel en dat leidde tot vervorming bij de – nog niet bezweken – onderste verbinding.

Het feit dat de instorting plaatsvond tijdens harde tot stormachtige wind, maakt het waarschijnlijk dat de daarbij op de dakconstructie uitgeoefende windbelasting een rol heeft gespeeld bij het afbreken van de bezweken verbindingen. Opmerkelijk is dat de dakconstructie sinds de oplevering van het stadion in 2006 meerdere keren krachtigere windbelastingen heeft doorstaan. Dat het tribunedak niet tijdens die krachtigere windbelastingen maar wel op 10 augustus 2019 is ingestort, komt volgens de Raad doordat van de lasverbinding die als eerste bezweek in de loop der tijd een steeds groter deel scheurde en mogelijk ook door de corrosie die als gevolg van de scheurvorming optrad. Dit aspect wordt in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

De instorting gebeurde doordat bij vier spanten (38 tot en met 41) de lasverbindingen afbraken waarmee de boven- en de onderligger van het horizontale vakwerk verbonden waren met de rest van de constructie. Uit het schadebeeld blijkt dat het bezwijkproces is begonnen bij de verbinding van de bovenregel van spant 40. Die verbinding vertoonde zware corrosie en op basis daarvan gaat de Raad ervan uit dat er al minstens tien jaar sprake moet zijn geweest van scheurvorming in de bewuste lasverbinding.

2.5 Conclusies toedracht instorting

Op 10 augustus 2019 is bij het AZ-stadion een deel van het tribunedak naar beneden gevallen en op de tribune terechtgekomen. Dat gebeurde doordat bij vier naast elkaar gelegen spanten op dezelfde twee plaatsen (bovenste en onderste knooppunt) een lasverbinding afbrak. Het betrof de lassen waarmee het horizontale deel van de spanten verbonden was met het overige deel van de constructie. Bij alle vier de spanten bezweek eerst de bovenste en daarna de onderste verbinding. Het afbreken van de lasverbindingen gebeurde eerst in het bovenste knooppunt van spant 40 en daarna bij de andere drie spanten.

Uit het schadebeeld aan de bezweken spanten blijkt dat het bezwijkproces zich als volgt heeft voltrokken:

- Uiterlijk in 2009 is – mogelijk op een dag met relatief krachtige wind – in het bovenste knooppunt van spant 40 een scheur ontstaan in de lasverbinding tussen de regel en de kopplaat. Daardoor werd de belastbaarheid van die verbinding, die al beperkt was vanwege ongebruikelijk geringe dikte van de lassen, kleiner.
- De belastbaarheid van de lasverbinding is daarna verder afgenomen doordat – mogelijk op latere dagen met een relatief grote windbelasting – een steeds groter deel van de las scheurde en mogelijk ook door de corrosie die als gevolg van de scheurvorming ontstond.
- Op 10 augustus 2019 was de belastbaarheid van het resterende deel van de lasverbinding zover afgenomen, dat deze niet meer bestand was tegen de weliswaar grote maar niet extreme windbelasting op die dag. Het gevolg was dat het bovenste knooppunt van spant 40 bezweek.

- Dat leidde ertoe dat ook bij de naastgelegen spanten (39 en 41) de bovenste knooppunten extra werden belast, waardoor deze bezweken. Het bezwijken van de bovenste knooppunten leidde op zijn beurt tot extra belasting op de onderste knooppunten, die als gevolg daarvan ook bezweken.
- Tijdens de daarop volgende val van het betreffende dakgedeelte (tussen de spanten 39 en 41) werd aan één kant ook het naastgelegen spant (38) mee naar beneden getrokken.²⁵

²⁵ De Raad heeft niet onderzocht waardoor deze kettingreactie, die bij spant 40 begon, beperkt is gebleven tot de spanten 38, 39 en 41.

3 TECHNISCHE ACHTERGRONDEN

In hoofdstuk 2 is beschreven op welke plaatsen de dakconstructie is bezweken en in wat voor staat de constructie was. In dit hoofdstuk analyseert de Onderzoeksraad de technische achtergronden van de totstandkoming van de dakconstructie en het gebruik ervan om daar lessen uit te trekken. Dit betreft niet alleen factoren die direct aan de instorting hebben bijgedragen, maar ook andere technische factoren van de ingestorte dakconstructie.²⁶

Bij de analyse in dit hoofdstuk heeft de Raad gebruik gemaakt van het onderzoek dat RHDHV in opdracht van AZ heeft gedaan naar de directe technische oorzaken van de instorting. RHDHV heeft daarvoor onder meer materiaalkundig- en windtunnelonderzoek laten doen. In opdracht van de Raad is het onderzoek van RHDHV getoetst door een externe partij (Arup).²⁷ Ten aanzien van één aspect (het krachtsverloop binnen een spant) heeft Arup op verzoek van de Raad aanvullende berekeningen gemaakt. De door Arup uitgebrachte rapporten zijn afzonderlijk bijgevoegd.²⁸ In de onderzoeksverantwoording van Bijlage A is ook dit deel van het onderzoek nader toegelicht.

In de hierna volgende paragrafen wordt eerst ingegaan op het ontwerp (3.1) en de uitvoering (3.2) van de spanten van het stadion en meer specifiek van de als eerste bezweken bovenste verbinding. Vervolgens wordt in 3.3 beschreven hoe tijdens de gebruiksfase met de dakconstructie is omgegaan. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan de technische staat van de als eerste bezweken verbinding en de technische factoren die daarop van invloed zijn geweest.

3.1 Ontwerp

Deze paragraaf beschrijft eerst aan welke normen de dakconstructie van het stadion moest voldoen en hoe daaraan getoetst is. Daarna wordt in meer detail de als eerste bezweken bovenste verbinding beschreven, de normen waar deze aan moest voldoen en de toetsing daaraan. Als laatste wordt geanalyseerd hoe de bovenste verbinding op tekening is gespecificeerd door de staalconstructeur.

²⁶ Bij sommige factoren is achteraf niet of slechts beperkt vast te stellen in welke mate ze hebben bijgedragen aan de instorting. Een deel van de hiervoor relevante informatie (zoals de materiaaleigenschappen van het lasmateriaal) was niet meer te achterhalen. De Raad hanteert echter het uitgangspunt dat ook uit zaken die niet of nauwelijks een directe rol hebben gespeeld, lessen kunnen worden geleerd ter verbetering van de veiligheid.

²⁷ De gebruikte toetsingsmethode is gebaseerd op de "Delftse Aanpak" voor forensisch onderzoek, welke ook ten grondslag lag aan het rapport van RHDHV. De toetsing richtte zich daarmee vooral op het proces en de betrouwbaarheid.

²⁸ Zie bijlagen E en F.

3.1.1 Toetsing spant aan de norm

Het tribunedak van het AZ-stadion werd elke 8 meter ondersteund door een stalen spant. In paragraaf 2.3 is de opbouw van deze spanten beschreven, zie bijvoorbeeld figuur 4.

De staalconstructeur van het AZ-stadion heeft de spanten meerdere malen doorgerekend, eerst voor het gehele stadion en later op spantniveau voor de verschillende tribunes bij aanpassingen aan de belasting of constructie. Hij gebruikte eindige-elementen modellen om de krachten en vervormingen te bepalen en zo inzichtelijk te maken of het spantontwerp voldeed aan een aantal eisen uit de normen.²⁹ Deze berekeningen waren gericht op het toetsen van de staven, maar nog niet op de verbindingen in de knopen.

Bij het ontwerpen was het voldoen aan de norm voor de staalconstructeur leidend. In 2004³⁰ werd wettelijk van nieuwe bouwwerken vereist dat hun constructie duurzaam bestand was tegen de daarop werkende krachten.³¹ Voor een bouwwerk met een bijeenkomst- of sportfunctie en een staalconstructie moest dat worden bepaald³² volgens NEN 6770³³ bij de fundamentele en bijzondere belastingcombinaties volgens NEN 6702.³⁴ Hieraan voldeed het ontwerp van een bouwconstructie als voor elk onderdeel was bepaald dat het de verwachte belastingcombinaties aankon en als ook aan alle onderdeel-specifieke voorwaarden was voldaan.

Normen en wettelijke verplichting daarvan

Vanuit verschillende invalshoeken worden eisen gesteld aan de constructie van gebouwen en de producten waarmee ze gebouwd worden. Hier wordt beschreven hoe de situatie was op het moment van de vergunningaanvraag voor het AZ-stadion (2004).

Destijds had Nederland een eigen set normen die vanuit het oogpunt van veiligheid en bruikbaarheid eisen stelden aan de betrouwbaarheid van bouwconstructies en delen daarvan. De eisen in deze normen hadden betrekking op het ontwerp, het bouwen en het gebruik. Deze set normen, opgesteld door de NEN (het Nederlands Normalisatie Instituut, dat geen onderdeel is van de overheid), was echter vanuit zichzelf niet bindend.

²⁹ Denk aan de capaciteit van onderdelen ten opzichte van de uiterste grenstoestanden en het knikken van onderdelen.

³⁰ Bepalend is het moment van de bouwvergunningaanvraag, voor het AZ-stadion was dat maart 2004.

³¹ Artikel 2 Woningwet (01 augustus 2003) en artikel 2.1 eerste lid Bouwbesluit 2003 (01 januari 2003).

³² Artikel 2.1 tweede lid, artikel 2.2 en artikel 2.4 Bouwbesluit 2003 (01 januari 2003).

³³ NEN 6770:1991/A1:2001, TGB 1990 - *Staalconstructies - Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statisch belaste constructies*. Inmiddels niet meer geldig, het huidige equivalent is NEN-EN 1993-1-1.

³⁴ NEN 6702:2001, *Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen*. Inmiddels niet meer geldig, het huidige equivalent is NEN-EN 1991.

Normen of delen daarvan werden wettelijk van toepassing verklaard via de Woningwet en het Bouwbesluit. Vanuit het oogpunt van onder andere veiligheid gaf de Woningwet voorschriften voor het bouwen van een bouwwerk. Dit gebeurde hoofdzakelijk door via het Bouwbesluit te eisen dat een bouwconstructie volgens het ontwerp duurzaam bestand moest zijn tegen specifieke belastingen.³⁵ Ook was vastgelegd dat dit moest worden bepaald volgens materiaalspecifieke normen.³⁶ Deze eisen golden voor vrijwel alle bouwwerken waar een bouwvergunning voor nodig was.

Alle onderdelen uit de set normen voor bouwwerken die niet gerelateerd waren aan het toetsen van die eisen waren vanuit de Woningwet dus niet verplicht. Bouwwerken hoefden destijds vanuit de wet bijvoorbeeld niet te voldoen aan de eis³⁷ 'dat het bezwijken van een onderdeel niet tot onevenredig grote schade leidt.' Opdrachtgevers en bouwpartijen konden die niet-verplichte eisen en normen wel onderdeel maken van hun onderlinge afspraken.

CE-markering was destijds in Nederland voor staalconstructies nog niet verplicht.

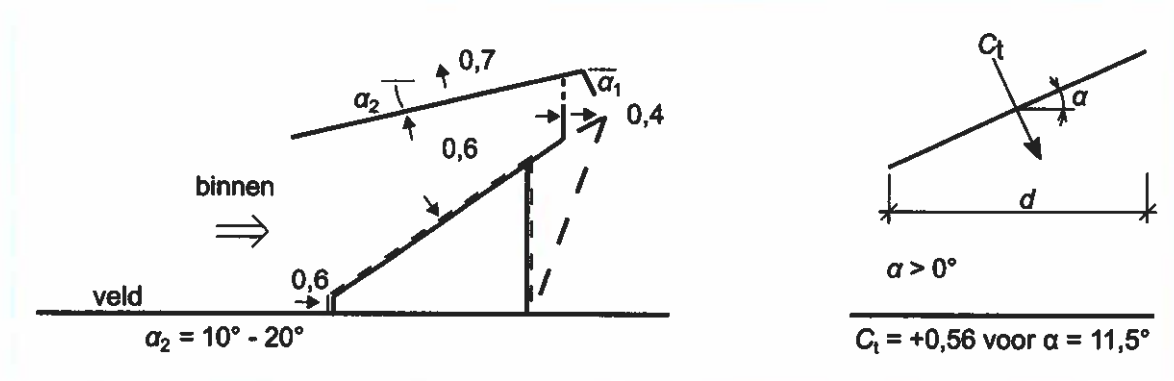
Voor uitkragende daken, zoals bij het AZ-stadion, is wind een van de grootste belastingen. De staalconstructeur hanteerde in zijn berekeningen de windbelasting zoals de hoofdconstructeur deze had aangehouden voor het definitief ontwerp.³⁸ De verdeling van die windbelasting over het tribunedak bestond uit twee delen, namelijk een deel op de boven- en een deel op de onderkant, zie figuur 10. De gehanteerde waarden kwamen uit de norm voor belastingen van destijds (NEN 6702). Voor de bovenkant waren ze gebaseerd op daken van reguliere rechthoekige gebouwen (met gevels) en voor de onderkant op de over- en onderdruk van binnenruimten van gebouwen met gevels met openingen. In beide gevallen ging het om een gelijkmatige verdeling over het dakvlak.

35 Deze belastingen (fundamentele en bijzondere belastingcombinaties) volgden in principe uit de norm NEN 6702:2001.

36 De te hanteren normen hingen af van het constructiemateriaal, voor bijvoorbeeld staal ging het om NEN 6770 en voor beton om NEN 6720. Bij het bepalen of werd voldaan aan een eis waren ook alternatieve beoordelingen toegestaan volgens het gelijkwaardigheidsbeginsel (artikel 1.5 Bouwbesluit 2003, 1 januari 2003)..

37 5.3.3 van NEN 6700:1991/A1:1997 *Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Algemene basiseisen*. Inmiddels niet meer geldig, het huidige equivalent is NEN-EN 1990.

38 De hoofdconstructeur ging daarvoor uit van een dak met een geringe helling en een gebouw met grote openingen aan één zijde en baseerde zich onder andere op windtunnelonderzoek van stadion De Kuip in Rotterdam.



Figuur 10: Windverdeling gehanteerd voor het AZ-stadion (links) in vergelijking met de waarde voor een overkapping volgens NEN 6702 (rechts). (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Deze verdeling van windbelasting voor het tribunedak sloot niet goed aan op de specifieke vorm van het stadion. Door voor de belasting op de onderkant van het dak te werken met over- en onderdruk werd maar beperkt rekening gehouden met de opening tussen het dak en de tribune.³⁹ Door die opening kon lucht onder het dak door stromen en lijkt de tribune niet op een binnenruimte. Door daarnaast de bovenkant te beschouwen als een dak van een rechthoekig gebouw, werd geen rekening gehouden met neerwaartse windbelasting. Bij wind vanaf de veldzijde en bij een naar het veld hellend dak had dat wel in de rede gelegen. Dit geldt zeker als, vanwege potentiële stroming onderlangs, het dak als een omgekeerde vleugel voor nog meer neerwaartse belasting kan zorgen. Ten slotte werd, door een gelijkmatig verdeelde druk te gebruiken, geen rekening gehouden met een ongelijkmatige verdeling van de windbelasting op schuine daken, waarbij de resultante van de windbelasting niet in het midden ligt.

De norm⁴⁰ bevatte destijds geen waarden voor de specifieke situatie van een stadion. In de toelichting van de norm stond dat wanneer een specificatie ontbrak, de verdeling van windbelasting moest worden bepaald met modelonderzoek of literatuurgegevens.⁴¹ De norm gaf wel winddrukverdelingen voor luifels en overkappingen. Die hadden als eerste benadering beter op de praktijk aangesloten dan de gehanteerde verdeling, mede omdat de waarden voor overkappingen volgens de normtekst ook golden voor situaties met luchtstroom onderlangs.⁴²

Ook het windtunnelonderzoek,⁴³ dat na de instorting voor RHDHV is uitgevoerd, laat een andere verdeling⁴⁴ zien dan is gehanteerd in de berekeningen. Hieruit blijkt dat de maximale neerwaartse windbelasting ruwweg even groot is als de maximale opwaartse

39 Bij oplevering waren er nog geen windschermen gepland. Zie figuur 4 voor de opening die later door de windschermen werd afgesloten.

40 NEN 6702.

41 De toelichting is geen onderdeel van de eigenlijke norm. Opmerkingen daarin vallen dus buiten verwijzingen naar de norm en eventuele bijbehorende verplichtingen.

42 Voor het tribunedak met en zonder windschermen hadden de waarden voor enkelzijdig hellende overkappingen als eerste benadering kunnen dienen.

43 RWDI, *Wind-induced structural responses AFAS Stadium*, 19 maart 2020, RWDI #2000636 (bijlage C van het hoofdrapport van RHDHV).

44 Met en zonder windschermen.

belasting,⁴⁵ en dus niet mag worden genegeerd. Bovendien blijkt de positie van de resultante van de windbelasting anders te zijn dan was aangenomen: uit het windtunnelonderzoek blijkt dat de windbelasting voor beide windrichtingen (vanaf veldzijde en vanaf buitenzijde stadion) het grootst is aan de veldzijde van het dak. Dat is ongunstig, omdat de belasting op de verbinding in dat geval groter is dan met de resultante halverwege het dak, zoals bij de gehanteerde gelijkmatig verdeelde belasting.

Dat de staalconstructeur voor het ontwerp een windbelasting hanteerde die niet paste bij de stadionopzet,⁴⁶ betekent nog niet dat zijn uiteindelijke spantontwerp niet voldeed aan de norm. De Onderzoeksraad heeft het uiteindelijke ontwerp van spant 40 daarom door Arup laten toetsen met de windbelasting uit het windtunnelonderzoek⁴⁷ en die uit de norm NEN 6702.⁴⁸ Daaruit blijkt dat het deel van de bovenregel bij het bovenste knooppunt in beide gevallen niet voldoet bij de maximale neerwaartse belasting.⁴⁹ In de praktijk was het belastingniveau in de koker van de bovenregel⁵⁰ hierdoor hoger dan wanneer deze was uitgevoerd volgens een ontwerp dat wel voldeed.

De in het ontwerpproces gebruikte windbelasting was niet geschikt voor het tribunedak. Daardoor werd er onterecht van uitgegaan dat het spantontwerp aan de norm voldeed. Achteraf blijkt dat in het spantontwerp van de staalconstructeur van spant 40 de bovenregel bij de als eerste bezweken bovenste verbinding niet voldeed aan de norm. Het belastingniveau in de koker van de bovenregel was hierdoor hoger dan wanneer deze was uitgevoerd volgens een ontwerp dat wel voldeed.

3.1.2 Bovenste verbinding van de vakwerkligger

Voor de krachtsoverdracht van het dak naar de fundering waren de knooppunten tussen het overhangende deel van de vakwerkligger en het driehoekig buizenframe cruciaal. Deze knooppunten waren hetzelfde voor alle tribunespanten, behalve voor de spanten in het hoofdgebouw. Zoals beschreven in hoofdstuk 2, gaat de Onderzoeksraad ervan uit dat bij de instorting de eerste verbinding bezweek in het bovenste knooppunt van spant 40. Zie figuur 11 voor een foto van het bovenste knooppunt bij een niet-bezweken spant.

Het door de staalconstructeur ontworpen bovenste knooppunt bestond uit verschillende delen, zie figuur 6 in paragraaf 2.3 voor schetsen. De bovenregel van de vakwerkligger was met het driehoekig buizenframe verbonden via een kopplaat en een schetsplaat met losse flenzen. De laatstgenoemde delen vormden samen een soort H-profiel.

45 De opwaartse windbelasting piekt bij andere windrichtingen dan de neerwaartse en is aanzienlijk kleiner dan de door de constructeurs gehanteerde waarde.

46 Deze windbelasting was gebaseerd op het door de hoofdconstructeur opgestelde definitief ontwerp.

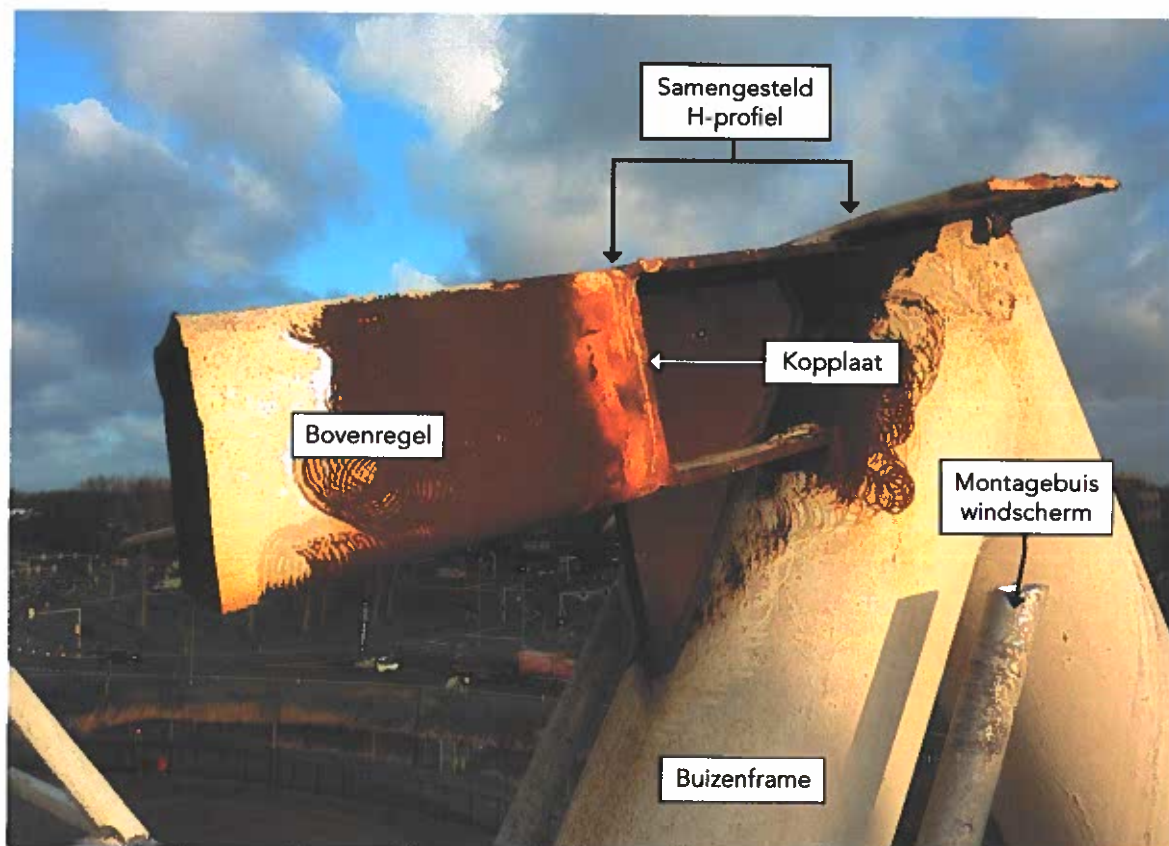
47 De gehanteerde maximale windsnelheid was gebaseerd op NEN-EN 1991-1-4:2005/NB:2009.

48 Met het dak als enkelzijdig hellende overkapping.

49 De verhouding tussen optredende kracht en maximaal toegestane kracht wordt uitgedrukt in een *unity check*. Een *unity check* hoger dan 1 betekent dus dat de optredende kracht groter is dan maximaal toegestaan. Voor het deel van de bovenregel bij de bezweken verbinding van spant 40 bedroeg de *unity check* 1,1 bij neerwaartse windbelasting volgens het windtunnelonderzoek en 1,2 bij de neerwaartse windbelasting volgens NEN 6702 met het dak als luifel. Ter vergelijking: volgens hetzelfde model is de *unity check* 0,9 bij de maximale opwaartse belasting zoals gehanteerd door de staalconstructeur.

50 Bij dezelfde belasting.

De kopplaat had een dikte van 20 millimeter en het samengestelde profiel had een lengte van ongeveer 25 centimeter. De koker van de bovenregel moest via een lasverbinding rondom verbonden zijn met de kopplaat. Bij het ingestorte tribunedeel was het die verbinding van de bovenregel die bij de bovenste knooppunten is bezweken.



Figuur 11: Foto van het bovenste knooppunt bij een niet-bezweken spant, genomen na ontmanteling van de resterende dakconstructie. De verf is bij deze verbinding verwijderd voor het niet-destructief onderzoek. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Door de abrupte verandering van profiel, waarbij de kopplaat geen geleidelijke overgang bood, was de spanningsverdeling in de bovenste verbinding van de vakwerklijger complex. Hoewel de spanningsverdeling in de koker op voldoende afstand van de verbinding als gelijkmatig verdeeld kon worden beschouwd, gold dat in de buurt van de verbinding niet meer. Het grootste deel van de kracht ging door de boven- en onderkant van de koker-kopplaat verbinding en relatief weinig door de zijkanten, zo blijkt uit een eindige-elementenanalyse⁵¹ van het door AZ ingehuurde ingenieursbureau.⁵² Van dit soort complexe verbindingen is de sterkte niet zonder meer vergelijkbaar met die van de verbonden delen. Bij vergelijkbare dikte en materiaalsterkte van las en koker was de lasverbinding dus niet zonder meer even sterk als de koker en was een aparte controle van de sterkte nodig.

⁵¹ Numerieke analyse waarbij de oplossing van de differentiaal vergelijking die het gedrag van de verbinding beschrijft (in termen van spanningen en rekken) wordt benaderd door de verbinding op te delen in duizenden (eindige) elementen.

⁵² Lineair elastische analyse van de 'onbeschadigde situatie' in paragraaf 4.1 van: Royal HaskoningDHV, *Detail analyse*, 26 maart 2020, BG8798IBRP2003261316 (bijlage F van het hoofdrapport van RHDHV).

De door de staalconstructeur ontworpen bovenste verbinding van de vakwerkligger had een complexe spanningsverdeling door de abrupte overgang van een kokerprofiel naar een H-profiel zonder verstijving. Hierdoor was een aparte controle van de sterkte van die verbinding nodig, want de lasverbinding was, bij vergelijkbare dikte en materiaalsterkte van las en koker, niet zonder meer even sterk als de koker.

3.1.3 Toetsing bovenste verbinding aan de norm

Net als voor elk ander onderdeel van de bouwconstructie, moest voor het ontwerp van de bovenste verbinding van de vakwerkligger worden aangetoond dat het de belastingcombinaties aankon en dat het voldeed aan de onderdeel-specifieke voorwaarden.

Van het langste spant van de tribune aan de korte zijde is een toetsing van het detailontwerp van verschillende knooppunten bekend. Die zijde werd het eerst gebouwd na het hoofdgebouw en het langste spant werd als maatgevend⁵³ gezien.

NEN 6770⁵⁴ voldeed om te bepalen of standaard lasverbindingen, zoals hoeklassen en stompe lassen met en zonder spleet, de uiterste belastingcombinaties aankonden. Voor meer complexe verbindingen zoals stuiken⁵⁵ en buisverbindingen in vakwerken verwees deze norm door naar norm NEN 6772.⁵⁶ Beide normen gaven per verbindingsoort voorwaarden en toetsingseisen.

Daarnaast moesten lassen, ongeacht het soort verbinding, voldoen aan eigen onderdeel-specifieke voorwaarden uit NEN 6770,⁵⁷ zoals dat het lasmateriaal ten minste dezelfde mechanische eigenschappen moest hebben als de te lassen staalsoort⁵⁸ en de verbinding voldoende vervormingscapaciteit moesten bezitten. Aan dit laatste werd voldaan als "de lassen sterk genoeg zijn zodat ze niet breken voordat het aangrenzende moedermateriaal vloeit.⁵⁹ In het algemeen is hieraan voldaan als de lassen zijn berekend op ten minste 80% van de sterkte van het moedermateriaal."

53 Het spant met de grootste verwachte belastingen, in dit geval het spant met de grootste uitkraging.

54 Paragraaf 13.4 van NEN 6770:1997/A1:2001.

55 Verbinding van lange onderdelen via elkaars kopse kant, zoals tussen twee kokers om een langere koker te maken.

56 NEN 6772:2000/A1:2001, *Staalconstructies - TGB 1990 - Verbindingen*. Inmiddels niet meer geldig, het huidige equivalent is NEN-EN 1993-1-8.

57 Hoofdstuk 7 van NEN 6770:1997/A1:2001.

58 Met de treksterkte bij staalsoort S355 als uitzondering: de treksterkte van het lasmetaal moet dan tenminste 90% van die van S355 bedragen.

59 Met vloeien wordt bedoeld dat het materiaal door de belasting permanent vervormt. Dit gebeurt als de belasting groter is dan de vloeisterkte. De vloeisterkte van staal is lager dan de treksterkte, wat de sterkte is waarbij staal breekt.

De door de staalconstructeur gemaakte detailberekening van het knooppunt met de bovenste verbinding was een toetsing van de lasverbinding tussen de kopplaat en de koker volgens NEN 6770.⁶⁰ Daarbij hanteerde hij een lassterkte die overeenkomt met moeder materiaal van type S355 en een lasdikte van 8 millimeter. De maximale krachten in die berekening volgden uit het spantontwerp. Volgens zijn berekening had de lasverbinding tussen de kopplaat en de koker ongeveer 20% aan belastbaarheid over ten opzichte van de gehanteerde belastingen.⁶¹

Het is opvallend dat deze algemene toets voor hoeklassen door de staalconstructeur werd gehanteerd en door de gemeente werd geaccepteerd voor deze verbindingvorm. NEN 6770 stelde namelijk als voorwaarde dat enkelzijdig aangebrachte hoeklassen niet mochten worden gebruikt om loodrecht op de lasrichting werkende trekkrachten over te dragen, terwijl dat hier wel gebeurde.⁶² De enige toegestane uitzondering daarop was voor buisverbindingen, maar dit was geen verbinding tussen twee buizen. Met de uitgevoerde analyse was dus niet aangetoond dat de verbinding de belastingcombinaties aankon.

Daarnaast is voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen achterhalen de bovenste verbinding niet getoetst aan andere voorwaarden uit de norm. Er is niet expliciet getoetst of het lasmateriaal geschikt was en ook is niet getoetst of de verbinding voldeed aan de voorwaarde voor vervormingscapaciteit.⁶³

Een vergelijkbare beoordeling zou ook uitgevoerd moeten zijn voor het maatgevend spant van de tribune aan de lange zijde, want daar waren de belastingen groter door de grotere overhang. De Onderzoeksraad heeft daarvoor geen berekening gezien, maar het valt niet uit te sluiten dat de constructeurs de hierboven beschreven sterkteberekening voldoende vonden omdat de berekende trekkracht bij het grotere spant niet boven de daarin bepaalde sterkte uitkwam.⁶⁴

Destijds is door de staalconstructeur een analyse van de verbinding gemaakt en aan de gemeente voorgelegd, maar een aantal voor de bovenste verbinding van de vakwerklijger relevante eisen uit de destijds geldende normen is niet of niet goed getoetst. Er was dus geen zekerheid of het ontwerp van de verbinding voldeed aan de norm.

⁶⁰ Volgens 13.4.1.1.3 van NEN 6770:1997/A1:2001.

⁶¹ Of de verbinding in dat spant volgens deze berekening ook voldoende belastbaarheid had gehad als deze was vergeleken met de trekkracht bij neerwaartse windbelasting volgens het windtunnelonderzoek of bij windbelasting volgens de norm met het dak als luifel, zoals beschreven in 3.1.1, heeft de Onderzoeksraad niet uitgezocht.

⁶² Mogelijk had een toetsing als stuikverbinding in een staaf volgens NEN 6772 wel volstaan. De verbinding had dan moeten voldoen aan de daarvoor gestelde toetsingsregels, zoals de regel "stuikverbindingen in staven moeten in staat zijn de ter plaatse werkende doorsnedekrachten over te dragen, waarbij met tweede orde invloeden van de constructie op de krachtsverdeling rekening moet zijn gehouden" (11.4.1.2.1 van NEN 6772:2000/A1:2001).

⁶³ 7.2.2.4 van NEN 6770:1997/A1:2001.

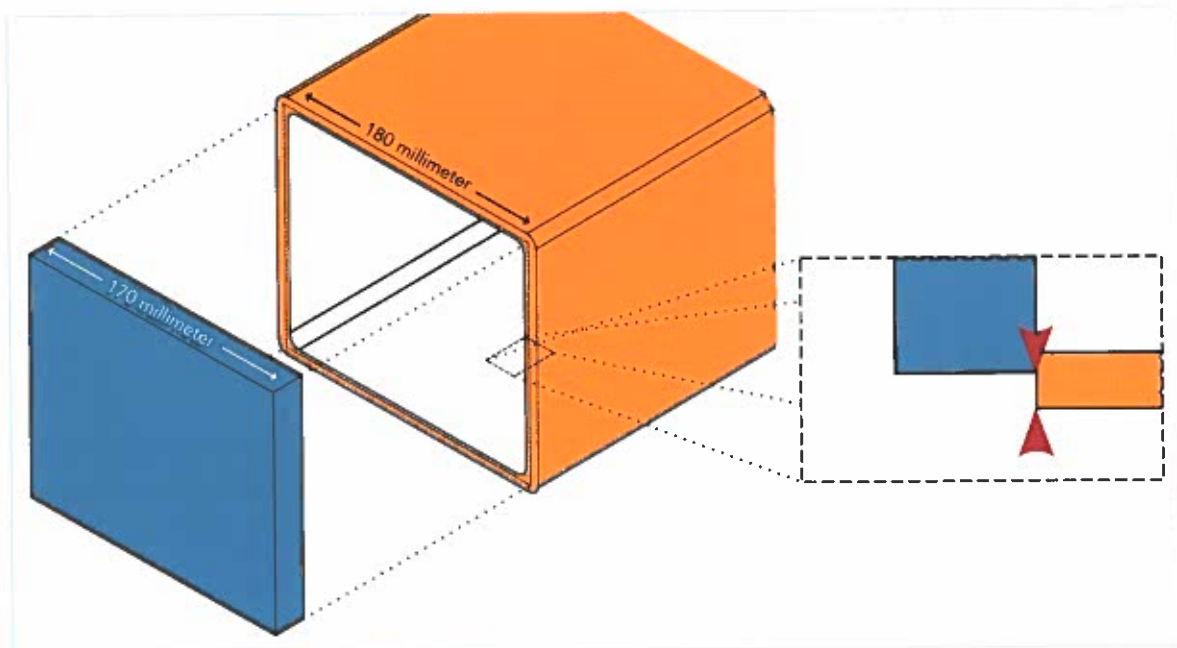
⁶⁴ Indien deze beoordeling was uitgevoerd met de trekkracht behorende bij neerwaartse windbelasting volgens het windtunnelonderzoek of bij windbelasting volgens de norm met het dak als luifel volgens NEN 6702, dan was een belastbaarheid lager dan de ontwerp trekkracht het resultaat geweest.

3.1.4 Tekeningen bovenste verbinding

De digitale tekeningen van de staalconstructie die de staalconstructeur aan de staalbouwer stuurde, bevatten geen aanduiding van lassen, lastoevoegmateriaal of voorbereiding, maar alleen een algemene beschrijving van de lasdikte die moest worden bereikt. In deze algemene beschrijving vereiste de staalconstructeur een totale lasdikte van 1,2 maal de dikte van het dunst te lassen materiaal met een minimum van 5 millimeter.

Het principe achter deze algemeen voorgeschreven dikte was dat de lasverbinding, mits uitgevoerd met het juiste materiaal, dan altijd sterker was dan de te verbinden delen. Zo hoefde de sterkte van de lasverbinding niet berekend te worden en hoefde ook niet elke las afzonderlijk te worden beschreven. Dit principe is echter alleen geldig bij eenvoudige verbindingen waarbij de krachten als gelijkmatig over de las verdeeld kunnen worden beschouwd.

Uit de tekeningen van de lasverbinding tussen de kopplaat en de koker bleek niet eenduidig wat de lasdikte moest zijn. Het ontwerp van de bovenste verbinding liet namelijk maar beperkt ruimte voor een las tussen de kopplaat en de koker. De tekeningen van de verbinding schreven namelijk een kopplaat van 170x170 millimeter voor, 10 millimeter kleiner dan de aansluitende koker. Hierdoor was aan elke kant van de kopplaat alleen de buitenste 5 millimeter van de kokerwanddikte (8 millimeter) beschikbaar voor een lasverbinding, zie figuur 12.



Figuur 12: Alleen het deel van de kokerwand van de bovenregel (oranje) tussen de rode pijlen was beschikbaar voor een lasverbinding met de kopplaat vanwege de afmetingen van de kopplaat (blauw).

Met deze beschikbare ruimte was de voorgeschreven las van 1,2 maal de wanddikte van de koker niet mogelijk⁶⁵ zonder de vorm van de te verbinden delen aan te passen (voorbewerking). Ook voor de lasdikte uit de ingediende berekening (8 millimeter) was zonder voorbereiding niet voldoende ruimte. En anderzijds kon die voorbereiding niet worden uitgevoerd, want er was niet aangegeven van welke van de onderdelen de vorm moest worden aangepast en hoe.

Hiermee verschilde deze verbinding van alle andere lasverbindingen in de vakwerkligger,⁶⁶ want bij die verbindingen kon de voorgeschreven dikte wel bereikt worden zonder aanpassing van onderdelen. Voor alle verbindingen gold echter dat het type of de sterkte van het lastoevoegmateriaal niet gespecificeerd was.

Door de tegenstrijdigheid in de tekening en het ontbreken van de specificatie van het lasmateriaal, kon een willekeurige staalbouwer zonder extra informatie of afspraken deze verbinding niet realiseren zoals de staalconstructeur bedoelde. Dat kan ervoor zorgen dat er bij het uitvoeren van het ontwerp geen navraag wordt gedaan, maar een eigen interpretatie wordt gebruikt en dat een onderdeel daardoor minder sterk wordt uitgevoerd dan bedoeld.

In tegenstelling tot alle andere lasverbindingen van de vakwerkligger, was de bovenste verbinding door de staalconstructeur zo ontworpen en op tekening gezet dat voor een willekeurige staalbouwer niet duidelijk was hoe de lassen van de verbinding er na fabricage uit moesten zien.

De las kon namelijk niet in de voorgeschreven dikte worden uitgevoerd zonder de vorm van de te verbinden delen aan te passen, maar ook die vormaanpassing werd niet beschreven. Daarnaast ontbrak een specificatie van het lastoevoegmateriaal.

3.2 Uitvoering

In deze paragraaf beschrijft de Onderzoeksraad hoe het ontwerp van het spant werd gerealiseerd en in het bijzonder hoe de bovenste verbinding van de vakwerkligger werd gemaakt, omdat in de vorige paragraaf is geconstateerd dat deze niet volgens tekening kon worden uitgevoerd.

⁶⁵ Ook voor de buitenste lasverbindingen tussen de kopplaat en de horizontale delen van het samengestelde profiel was onvoldoende ruimte voor de voorgeschreven lasdikte, maar die verbinding was sterker omdat er tussen die onderdelen ook lassen aan de binnenzijde van het samengestelde profiel zaten.

⁶⁶ De enige andere uitzonderingen waren de lassen van afdichtingskopplaten aan het andere eind van de koker en de lassen tussen kokerdelen.

3.2.1 Spant

De fabricage en montage van de staalconstructie van de tribunes vond in de tweede helft van 2005 plaats, na die van het hoofdgebouw. De staalbouwer fabriceerde de spanten in een fabriekshal: een samensteller zorgde voor de positionering van de onderdelen door ze met puntlassen provisorisch te verbinden, waarna de aflasser de uiteindelijke las verzorgde.⁶⁷

De vakwerkliggers (zie bijv. figuur 10) werden kant voor kant gelast: eerst liggend op de ene zijde, daarna rechtop en vervolgens liggend op de andere zijde. De precieze volgorde van het verbinden van de delen van de vakwerkligger is niet meer te achterhalen. De profielen werden zoveel mogelijk op maat aangeleverd, maar het plaatmateriaal maakte de staalbouwer zelf op maat. De kokers waren niet in de benodigde lengtes verkrijgbaar en de boven- en onderregels moesten daarom eerst worden samengesteld uit twee kokerdelen.

De conservering en montage van de vakwerkligger was door de staalbouwer uitbesteed aan twee andere bedrijven. Het conserveringsbedrijf voorzag de vakwerkliggers na fabricage van gespoten verflagen; uit het SGS-onderzoek blijkt dat het ging om twee lagen met een gezamenlijke dikte van ten minste 0,5 millimeter en vaak 1,0 millimeter. Dit was meer dan de voorgeschreven minimumdikte van 0,2 millimeter. De kokers hadden aan de binnenzijde geen beschermlaag tegen corrosie.

Vervolgens werden de vakwerkliggers vervoerd naar Alkmaar en door het montagebedrijf gemonteerd op de rest van het spant via de boutverbindingen in de flensplaten onderaan het driehoekig buizenframe. De staalbouwer ging eind 2005 failliet, maar alle spanten voor het stadion waren toen al geleverd.

3.2.2 Bovenste verbinding

Over het fabricageproces van de bovenste verbindingen van de vakwerkliggers heeft de Onderzoeksraad maar beperkt informatie kunnen achterhalen. Wel is het nodige over het resultaat van het fabricageproces af te leiden uit de SGS-onderzoeken. Naast een onderzoek bij de bezwaken spanten heeft SGS in opdracht van RHDHV ook apart onderzoek gedaan bij de andere spanten van het voetbalstadion.

In de eerste weken na de instorting bracht SGS door niet-destructief onderzoek de technische staat van de bovenste verbinding bij de niet-bezwaken spanten in kaart. Uit de resultaten van dat onderzoek⁶⁸ blijkt onder andere dat de lassen, op enkele uitzonderingen na, aanmerkelijk dunner waren dan de wanddikte van de kokers (8 millimeter). De gemiddelde lasdikte was ongeveer 6 millimeter en bij meerdere spanten was de lasdikte aan een of meerdere zijden maar 2 of 3 millimeter. Bij één spant ontbrak aan één zijde een groot deel van de lasverbinding tussen de koker en de kopplaat (zie figuur 13). Bovendien vertoonden de lassen relatief veel en deels ernstige lasfouten. De lasfouten en de lasdikte kleiner dan 8 millimeter zorgden voor een minder sterke verbinding dan waar de constructeur voor zijn berekening van uitging.

⁶⁷ Er werd gelast met de MIG/MAG-techniek.

⁶⁸ De resultaten van dit SGS-onderzoek zijn beschreven in RHDHV-rapport BG8798-102-RHD-ZZ-XX-RP-Z0001 d.d. 24 oktober 2019.



Figuur 13: Bij drie spanten (die niet bezweken zijn) ontbraken delen van lassen. Bij twee ging het om de verbinding tussen de kopplaat en het H-profiel (linkerfoto) en eenmaal om de verbinding tussen de kopplaat en de koker (rechterfoto). Voor het onderzoek is lokaal de verf verwijderd. (Bron foto's: Royal HaskoningDHV)

Naar de vier bezweken bovenste verbindingen is in meer detail onderzoek gedaan door SGS.⁶⁹ De kopplaten waren vaak groter dan in het ontwerp en bovendien uit het midden geplaatst waardoor er aan sommige kanten maar enkele millimeters kokerwand beschikbaar was voor een las. Er zijn geen indicaties van voorbereiding gevonden om het alsnog mogelijk te maken de lassen met de vereiste dikte te kunnen uitvoeren. Mede hierdoor waren ook bij de bezweken verbindingen aan sommige kanten lassen van slechts 2 of 3 millimeter dik aangebracht. En ook bij de bezweken verbindingen zijn lasfouten aangetroffen, onder andere een te grote opening tussen de twee aan te sluiten delen en gasporiën⁷⁰ zijn geconstateerd.⁷¹ De lasfouten en lasdikte kleiner dan 8 mm zorgden ook bij de bezweken verbindingen voor een minder sterke verbinding dan waar de constructeur voor zijn berekening van uitging. Hoe het kwam dat de verbindingen op deze manier zijn uitgevoerd kon de Onderzoeksraad niet meer achterhalen.

Vanwege de roest is de oorspronkelijk dikte van de las aan de onderzijde van de kopplaat-kokerverbinding van spant 40 niet over de hele lengte bekend, maar voor een deel van die las is uit materiaalkundig onderzoek een lasdikte van 2 millimeter gebleken.

⁶⁹ SGS Intron B.V., *Beoordelen bezweken lassen AFAS Stadion*, 18 maart 2020, A111090/R20190402.

⁷⁰ Kleine gasbelletjes in de las.

⁷¹ Deze afwijkingen zijn door SGS geclassificeerd op basis van ISO 6520-1.

Als dat de dikte van de hele las aan de onderzijde was, dan had die las de kleinste lasdikte van alle zwaarbelaste lassen⁷² van de vier bezweken verbindingen. Omdat de vier bezweken spanten qua afmetingen en belastingen vergelijkbaar waren, betekent dit dat van die verbindingen die dunste las het hoogste belastingniveau had.

De beperkte lasdikte bij spant 40 kan mede verklaard worden door de grootte van de kopplaat: met afmetingen van 177 millimeter was die van de vier bezweken bovenste verbindingen het grootst. Hierdoor was er ten opzichte van de 180 mm grote koker bij dit spant de minste ruimte voor het aanbrengen van lassen zonder de vorm van de onderdelen aan te passen.

Naast de afmetingen en de kwaliteit van de las, is het gebruikte lasmateriaal van belang voor de belastbaarheid van de verbinding. Maar de eigenschappen van het lasmateriaal konden niet worden achterhaald: de aangetroffen lassen waren te klein om er materiaalmonsters voor een trekproef uit te kunnen nemen.⁷³

Door de combinatie van een verbinding met een ongelijke krachtsverdeling, verschillende lasdikten, lasfouten en onzekere eigenschappen van het lasmateriaal, is het zeer moeilijk om een nauwkeurige inschatting te geven van de belastbaarheid van de verbinding zoals uitgevoerd. Op basis van de belastingen is het mogelijk om een indruk te krijgen en dat gebeurt in de volgende paragraaf.

Bijna alle verbindingen in het stadion tussen de bovenregel en de kopplaat werden door de staalbouwer uitgevoerd met lassen met een dikte kleiner dan de wanddikte van de koker en dus kleiner dan het voorschrift op de tekeningen en kleiner dan de waarde waarmee de staalconstructeur rekende.

Bij de bezweken bovenste verbindingen kwam dit mede omdat de onderdelen werden verbonden zonder voorbereiding, terwijl op die manier de op tekening voorgeschreven lasdikte niet kon worden bereikt. Door bovendien grotere kopplaten te monteren, was er nog minder ruimte voor de lassen met als resultaat een nog grotere afwijking van de voorgeschreven lasdikte. Ook waren de lassen niet vrij van fouten.

Bij de bovenste verbinding van spant 40 was de kopplaat het grootst en de voor lassen beschikbare ruimte het kleinst. Het na de instorting nog waarneembare deel van de las aan de onderkant van die verbinding had een lasdikte van 2 millimeter. Bij oplevering was die las daarmee de dunste van de zwaarbelaste lassen van de bezweken verbindingen en hierdoor was het belastingniveau in deze las het hoogst.

72 De lassen aan de boven- en onderkant van de koker-kopplaat verbinding waren zwaarder belast dan die aan de zijkanten, zie voor meer informatie paragraaf 3.1.2.

73 De uitgevoerd hardheidsmeting alleen is niet voldoende om de materiaaleigenschappen van het lastoevoegmateriaal te bepalen.

Het ontwerp en de uitvoering van het stadion is inmiddels 15 jaar geleden en de normen en verplichtingen vanuit wetgeving daarvoor zijn sindsdien veranderd. Het blauwe blok hieronder schetst de belangrijkste veranderingen.

Wat is er inmiddels veranderd qua normen en de verplichting daarvan?⁷⁴

Ten opzichte van 2004 zijn onder andere de normen, het Bouwbesluit en het Europese kader veranderd. Vanuit het oogpunt van veiligheid en vrij handelsverkeer zijn er door EU-commissies normen opgesteld voor bouwproducten, bouwconstructies en het ontwerpen daarvan. De Nederlandse set NEN-bouwnormen is hierdoor vervangen door een vergelijkbare set (NEN-)EN-normen. Ook deze set normen is niet rechtstreeks van toepassing.

Nog steeds worden normen of delen daarvan wettelijk van toepassing verklaard via de Woningwet en het Bouwbesluit. Hoewel er nu naar de nieuwe set normen wordt verwezen is de opzet vergelijkbaar, waarbij opvalt dat de eis voor het weerstaan van bijzondere belastingen is gewijzigd. Bij buitengewone belastingcombinaties, zoals ontploffingen en stootbelastingen, mag de constructie in de directe nabijheid bezwijken, maar alleen als dit niet leidt tot bezwijken van de constructie verderop.⁷⁵ De fundamentele eisen⁷⁶ voor het vermijden of beperken van schade in bredere zin zijn echter niet wettelijk verplicht. Opdrachtgevers of bouwpartijen onderling kunnen die (en andere niet-verplichte) onderdelen wel privaatrechtelijk verplicht stellen als onderdeel van hun vastgelegde afspraken.

Daarnaast is er inmiddels een Europese verordening voor bouwproducten. Grofweg probeert deze te zorgen dat op de Europese markt de eigenschappen van bouwproducten die belangrijk kunnen zijn voor bouwwerken voldoende betrouwbaar zijn. Dit wordt ingevoerd door per producttype een norm op te stellen en dit proces is nog niet afgerond. Als dat type norm voor een producttype is opgesteld, dan is de fabrikant verplicht om volgens die norm een prestatieverklaring op te stellen en die te leveren bij het product en het product te voorzien van de zogenaamde CE-markering.⁷⁷

Ook hoort daar controle op de kwaliteit bij, waarvan de vorm afhangt van het in de norm gespecificeerde risico. Bij een laag risico mag de fabrikant de controle zelf organiseren, bij grotere risico's moet de fabrikant een derde partij (aangemelde instantie) erbij betrekken. Die partij verzorgt dan bijvoorbeeld het toezicht op de productiecontrole en het uitvoeren van steekproeven.

⁷⁴ Ten tijde van het schrijven van dit rapport in mei 2020.

⁷⁵ Artikel 2.3 eerste lid Bouwbesluit 2012 (10 maart 2020).

⁷⁶ Uit Hoofdstuk 2 van basisnorm NEN-EN 1990.

⁷⁷ Net als voor alle producten, kunnen ook op bouwproducten nog andere Europese richtlijnen van toepassing zijn. In dat geval moeten de bouwproducten ook daaraan voldoen. De CE-markering geeft in dat geval aan dat het product in overeenstemming is met alle relevante Europese normen. Voorbeelden van andere richtlijnen zijn die voor laagspanning, machines en elektromagnetische compatibiliteit.

Wat betekent dit voor staalconstructies?

Ook staalconstructies zijn een bouwproduct waarvoor een Europese norm is opgesteld, namelijk EN 1090-1:2009. Staalconstructies moeten⁷⁸ dus worden voorzien van een CE-markering en geleverd worden met een prestatieverklaring. Wat de controle op de prestaties betreft, volgen vanuit EN 1090-1 controles op het materiaal, het personeel en het proces. Veelal gebeurt dit via certificering.

In een specifiek geval valt een staalconstructie voor een bouwwerk niet onder de Verordening, namelijk wanneer deze niet op de markt is geweest.⁷⁹ Hiervan zou sprake zijn als de fabrikant binnen één opdracht de staalconstructie fabriceert en op de bouwplaats monteert en de staalconstructie bovendien niet in bijvoorbeeld een catalogus of advertentie staat. Als het bouwproduct niet op de markt is gebracht, dan is een CE-markering volgens de Verordening niet verplicht en hoeft de staalconstructie niet te voldoen aan EN 1090-1. Omdat vanuit de Woningwet eigenlijk alleen verplichtingen voor het ontwerp volgen, tellen voor de minimale productiekwaliteit van deze staalconstructies alleen eventuele privaatrechtelijke afspraken tussen de koper en maker.

3.3 Gebruik

De bovenste verbinding in spant 40 is niet meteen na oplevering bezwaken, maar pas na jaren van gebruik. Deze paragraaf beschrijft de gebruiksfase. Eerst wordt besproken welke aanpassingen er zijn gedaan en wat voor onderhoud er is gepleegd. Daarna wordt behandeld aan welke belastingen het dak was blootgesteld en wat er kan worden gezegd over de staat van de verbinding in de tijd.

3.3.1 Aanpassingen en onderhoud

Na oplevering zijn er windschermen geplaatst bovenaan de tribunes ter verbetering van het comfort op de tribunes. Deze rode schermen werden tussen de buizenframes van de spanten gemonteerd en sloten de opening tussen het dak en de achterwand van de tribune grotendeels af, zie figuur 4.

AZ kon niet aangeven wanneer de windschermen zijn geplaatst. Uit analyse van videobeelden van bekerwedstrijden uit 2007 door de Onderzoeksraad blijkt dat de windschermen zijn geplaatst tussen 23 januari en 19 april van 2007. De schermen zijn dus ongeveer een half jaar na oplevering geplaatst.

De invloed van deze toevoeging op de windverdeling en dus op de belasting van de constructie was destijds onbekend, want de eigenaar en gebruiker van het stadion hebben dat niet laten onderzoeken.

⁷⁸ Sinds 1 juli 2014.

⁷⁹ Antwoord Europese Commissie op vraag Europees Parlement, E-001233/2018, 18 juni 2018.

Uit het windtunnelonderzoek dat RHDHV heeft laten uitvoeren blijkt dat de windbelasting met en zonder windschermen voor het tribunedak aanzienlijk verschilde. De windbelasting was over het algemeen kleiner met de windschermen dan zonder en dat was gunstig voor de dakconstructie. De gemeten neerwaartse windbelasting was tot 30% kleiner.

Wat onderhoud betreft, was er na ongeveer vijf jaar op verschillende plaatsen sprake van corrosie van de staalconstructie. In 2013 heeft AZ bij drie spanten onderzoek laten doen naar de ernst van de aanwezige corrosie. De diepte van de corrosie bleek toen minder dan een halve millimeter te zijn. Vanaf 2014 zou een onderhoudsbedrijf verdeeld over twee jaar de gehele staalconstructie schilderen. Vanwege een verschil van inzicht met de verfleverancier en problemen met de kwaliteit van het schilderwerk was dit tijdens de instorting in 2019 nog niet afgerond.

De vakwerkligger van spant 40 is geschilderd in 2015. Uit de beschrijving van de delen door SGS blijkt dat er aan de buitenzijde sprake is geweest van aanzienlijke corrosie rondom de verbinding en dat daar toen overheen is geschilderd. Achteraf is niet vast te stellen in hoeverre op dat moment – zonder roest te verwijderen – een scheur zichtbaar was. Over spant 40 zijn toen geen meldingen gedaan bij de stadionbeheerder. In 2019 kwam roest op verschillende plaatsen door deze nieuwe verflaag heen, zie figuur 14 en figuur 15. De corrosie was niet beperkt tot de bezweken spanten: ook op andere plaatsen in het stadion was sprake van aanzienlijke corrosie. Omwille van de kwaliteit is bij later schilderwerk de toen zichtbare roest wel eerst verwijderd.



Figuur 14: Bij de bezweken spanten was op diverse plaatsen sprake van aanzienlijke corrosie; veelal was ter plaatse de uit verf bestaande coating wel bijgewerkt, maar vaak over de roest heen. (Bron: SGS Intron B.V.)



Figuur 15: In 2019 was roest op verschillende plaatsen rondom de verbinding zichtbaar ondanks het schilderwerk uit 2015, zoals te zien op deze foto van het bovenste knooppunt van spant 40 genomen enkele dagen na de instorting. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Naast de plaatsing van windschermen zijn er ook nog andere aanpassingen gedaan aan het tribunedak. In 2015 zijn er GSM-antennes geplaatst en in 2016 zijn er zonnepanelen op het dak geplaatst. In het ontwerp van het spant was ruimte gelaten voor later aan te brengen onderdelen. Speciaal voor de plaatsing van de zonnepanelen berekende de staalconstructeur dat deze een groot deel van die ruimte voor extra blijvende belastingen gebruikten. Uit de berekening van Arup blijkt dat de toevoeging van zonnepanelen zorgde voor een ongeveer 10-15%⁸⁰ hogere statische belasting op de verbinding.

Na oplevering heeft de club in 2007 windschermen laten plaatsen zonder de invloed op de belasting van de constructie daarvan te onderzoeken. De invloed was aanzienlijk en in dit geval gunstig.

Het plaatsen van zonnepanelen in 2016 was voor AZ aanleiding voor controleberekeningen door de staalconstructeur. De invloed van de toevoeging van zonnepanelen op de totale belasting was beperkt.

In 2015 is de staalconstructie rondom de verbinding van spant 40 door een onderhoudsbedrijf geschilderd, maar daarbij is de roest niet verwijderd. Er zijn over de verbinding toen geen meldingen gedaan bij de stadionbeheerder.

⁸⁰ 60 kiloNewton, omgerekend naar massa ongeveer 6.000 kilogram, zie ook Bijlage F.

3.3.2 Verzwakking en windbelasting

De vakwerkliggers van het tribunedak hadden bij oplevering een kokerprofiel dat niet voldeed aan de norm⁸¹ en door de dunne lassen en ongelijke krachtsverdeling over die lassen kan worden gesteld dat ook de als eerste bezweken verbinding waarschijnlijk niet voldeed. Dat hoeft echter niet noodzakelijk tot een instorting te leiden en dat deed het ook niet meteen. Dat heeft te maken met het veiligheidsniveau dat de norm voorschrijft. Niet alleen moet een gebouw volgens de norm de belastingen kunnen weerstaan waaraan hij redelijkerwijs gedurende zijn levensduur kan worden blootgesteld, maar daar bovenop is bewust een marge genomen om rekening te houden met onzekerheden, verschillen en onvolkomenheden in het ontwerp, de uitvoering en het gebruik.

Op de dag van de instorting waren de maximale uurgemiddelde windsnelheid en sterkste windstoot respectievelijk 61 en 94 km/uur en de windrichting zuidwest bij het naburige KNMI-meetstation Berkhout. Uit de historische data van datzelfde meetstation blijkt dat het AZ-stadion sinds de ingebruikname op elf dagen is blootgesteld aan wind met een gelijke of grotere kracht en vergelijkbare richting als tijdens de instorting. Van die elf dagen was de wind op 28 oktober 2013 het krachtigst en aanmerkelijk sterker dan op de dag van instorting: de uurgemiddelde windsnelheid was 72 km/uur en de sterkste windstoot was 112 km/uur. Op twee andere dagen was de wind nog sterker,⁸² maar was de windrichting niet vergelijkbaar. Op geen moment was de windbelasting groter dan volgens NEN 6702 voor eenzijdig hellende overkappingen of groter dan de ontwerpbelasting gebaseerd op het windtunnelonderzoek.⁸³

Omdat de windrichting en de aan- of afwezigheid van de windschermen en zonnepanelen allemaal invloed hadden op de krachten op de dakconstructie, kan niet zonder meer worden gesteld dat de bezweken bovenste verbindingen het zwaarst werden belast bij de sterkste wind. Tijdens de storm op 28 oktober 2013 waren de krachten op de verbindingen ongeveer 30% groter dan tijdens de instorting, blijkt uit analyse door de Onderzoeksraad van de berekeningen uitgevoerd door Arup.

Omdat de Onderzoeksraad ervan uit gaat dat van de bezweken bovenste verbindingen die van spant 40 de zwakste was, moet de belastbaarheid daarvan op 28 oktober 2013 groter zijn geweest dan tijdens de instorting. Anders had die verbinding toen al bij de hogere windbelasting moeten bezwijken.

Het meest aannemelijke mechanisme achter de afname van de belastbaarheid van die verbinding is scheurvorming en -groei, mogelijk lokaal versterkt door corrosie. Dat scheurvorming reëel was, blijkt uit het onderzoek naar de rest van de staalconstructie. Bij spant 43 (niet betrokken bij de instorting) is een scheur waargenomen in de onderste las van de bovenste verbinding, zie figuur 16. Dat er bij de bovenste verbinding van spant 40 aan de onderzijde aanvankelijk een las aanwezig was, blijkt uit de waarneming van de warmte-beïnvloede zone die resulteert uit het lasproces bij de uitsnede uit het midden van de onderste kokerwand, zie figuur 17.

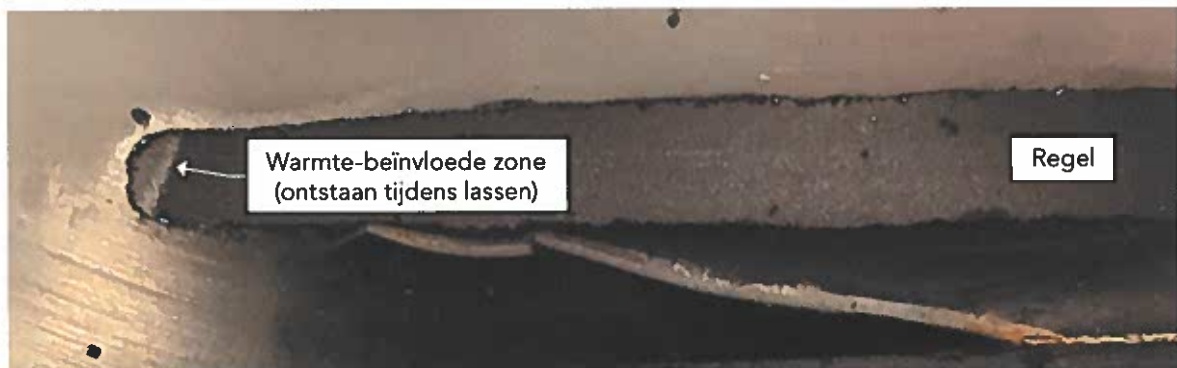
81 De norm voor nieuwbouw zoals die was ten tijde van de vergunningaanvraag voor het voetbalstadion.

82 Te weten, 18 januari 2007 en 18 januari 2018 met respectievelijk uurgemiddelde windsnelheden van 83 en 80 km/uur, windstoten van 126 en 119 km/uur en windrichtingen west en noordwest.

83 Met windsnelheden volgens NEN-EN 1991-1-4:2005/NB:2009.



Figuur 16: Bij zes spanten werden in de verbinding van de bovenregel scheuren in de lassen aangetroffen. Deze foto toont de scheur in de verbinding van spant 43. Voor het onderzoek is de verf verwijderd. (Bron: Royal HaskoningDHV)



Figuur 17: In het zwaar gecorrodeerde deel van de bezwaken verbinding is aan het uiteinde van de koker te zien dat er ook op die plaats waarschijnlijk sprake is geweest van een las. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Aan de (niet geverfde) binnenkant van de koker en op de kopplaat bij spant 40 was de corrosiediepte aanzienlijk. Daaruit blijkt dat de binnenkant toegankelijk moet zijn geweest voor vocht en dat scheurvorming daarom aan de corrosie vooraf is gegaan.

Door de kleine lasdikte had de las aan de onderzijde van spant 40 waarschijnlijk al het hoogste spanningsniveau en met de scheurvorming erbij nam de sterkte verder af. Zoals in hoofdstuk 2 beschreven, was er net voor de instorting geen verbinding tussen de onderste helft van de koker en kopplaat. Omdat het ontbreken van lassen niet leidde tot grote vervormingen en de zwakke verbinding maar een relatief klein deel vormde van de hele vakwerkligger, was dit met het oog niet te zien aan de vorm of stand van de vakwerkligger.

Door het ontbreken van lassen voor de helft van de verbinding was spant 40 aanzienlijk zwakker dan de andere verbindingen, ook al hadden die ook dunne lassen. Ten eerste was het oppervlak voor het overbrengen van trekkrachten kleiner waardoor de resterende lassen gemiddeld zwaarder werden belast. Ten tweede was er niet langer sprake van een symmetrische verbinding, waardoor de resterende verbinding ook een buigend moment moest weerstaan.

Uiteindelijk was de belasting op 10 augustus te veel voor de verbinding van spant 40. De niet uitzonderlijk sterke wind op die dag⁸⁴ leidde tot een optredende belasting die groter was dan de belastbaarheid van de resterende lasverbinding, met de instorting als gevolg. Op basis van het windtunnelonderzoek heeft Arup uitgerekend dat de maximale kracht op de verbinding op 10 augustus ongeveer 840 kiloNewton bedroeg. De belastbaarheid van de verbinding was daarmee op dat moment aanzienlijk lager dan de vloeisterkte⁸⁵ van de koker (ongeveer 1900 kiloNewton) en lager dan waar deze volgens de norm aan had moeten kunnen voldoen (ongeveer 2300 kiloNewton).

Met de tijd is de belastbaarheid van de bovenste verbinding van de vakwerklijger van spant 40 aanzienlijk verminderd, het meest waarschijnlijk door scheurgroei en mogelijk versterkt door corrosie. Hierdoor was deze zwakker dan de verbindingen van de naastgelegen spanten.

Uiteindelijk bezweek de verbinding op 10 augustus 2019 bij een belasting die veel lager was dan waartegen de constructie bestand moest zijn.

3.4 Conclusies technische achtergronden

In dit hoofdstuk is het proces van totstandkoming (ontwerp en uitvoering) en het gebruik van de bezweken dakconstructie geanalyseerd, waarbij de nadruk lag op het spant en de daarvan als eerste bezweken verbinding.

De in het ontwerpproces gebruikte windbelasting was niet geschikt voor het tribunedak en daardoor werd er onterecht van uitgegaan dat het spantontwerp aan de norm voldeed. Achteraf blijkt dat in het spantontwerp van de staalconstructeur de bovenregel van spant 40 bij de bovenste verbinding niet voldeed aan de norm. Het belastingniveau in de koker van de bovenregel was hierdoor hoger dan wanneer deze was uitgevoerd volgens een ontwerp dat wel voldeed.

⁸⁴ Die dag waren er ook bovengemiddelde interne krachten vanwege uitzetting door het zonnige en warme weer, want daarvoor was geen compensatie opgenomen in de staalconstructie, maar de Onderzoeksraad gaat ervan uit dat deze krachten relatief klein waren ten opzichte van de externe krachten. Deze invloed is niet meegenomen in de berekening van de belasting.

⁸⁵ Als de belasting groter is dan de vloeisterkte dan 'vloeit' het staal, wat wil zeggen dat door de belasting permanent vervormt. De vloeisterkte van staal is lager dan de treksterkte, wat de sterkte is waarbij staal breekt. De vloeisterkte van de koker is hier gebaseerd op de ontwerpwaarde, in de praktijk is de waarde vaak groter.

De door de staalconstructeur ontworpen bovenste verbinding van de vakwerkligger had een complexe spanningsverdeling door de abrupte overgang van een kokerprofiel naar een H-profiel zonder verstijving. Hierdoor was een aparte controle van de sterkte van die verbinding nodig, want de lasverbinding was, bij vergelijkbare dikte en materiaalsterkte van las en koker, niet zonder meer even sterk als de koker. Destijds is door de staalconstructeur een analyse van die lasverbinding tussen de koker en de kopplaat gemaakt en aan de gemeente voorgelegd, maar een aantal voor de bovenste verbinding relevante eisen uit de destijds geldende normen is niet of niet goed getoetst. Er was dus geen zekerheid of het ontwerp van de verbinding voldeed aan de norm en dus ook niet of de verbinding sterk genoeg was als deze zo zou zijn gerealiseerd als in de analyse.

De bovenste verbinding was door de staalconstructeur zo ontworpen en op tekening gezet dat voor een willekeurige staalbouwer niet duidelijk was hoe de lassen van de verbinding er na fabricage uit moesten zien, dit in tegenstelling tot alle andere lasverbindingen van de vakwerkligger. De las kon namelijk niet in de voorgeschreven dikte worden uitgevoerd zonder de vorm van de te verbinden delen aan te passen, maar ook die vormaanpassing werd niet beschreven. Het lastoevoegmateriaal was ook niet gespecificeerd.

Uiteindelijk zijn bijna alle verbindingen in het stadion tussen de bovenregel en de kopplaat door de staalbouwer uitgevoerd met lassen met een dikte kleiner dan de wanddikte van de koker en dus kleiner dan het voorschrift op de tekeningen en kleiner dan waarmee de staalconstructeur rekende. Bij de bezweken verbindingen kwam dit mede omdat de onderdelen werden verbonden zonder voorbereiding, terwijl op die manier de op tekening voorgeschreven lasdikte niet kon worden bereikt. Door bovendien grotere kopplaten te monteren, was er nog minder ruimte voor de lassen, met als resultaat een nog grotere afwijking van de voorgeschreven lasdikte. Daarnaast bevatten veel lassen ook lasfouten. Door de dunnere lassen en aanwezigheid van lasfouten was de verbinding minder sterk dan waar de staalconstructeur in zijn analyse op rekende.

Bij het als eerst bezweken spant 40 was de kopplaat het grootst en de voor lassen beschikbare ruimte het kleinst. Het nog waarneembare deel van de las bij de onderkant van spant 40 had een lasdikte van 2 millimeter en was daarmee bij oplevering de dunste van de zwaarbelaste lassen van de bezweken verbindingen. Het belastingniveau in deze las was hierdoor het hoogst.

Na oplevering heeft de club in 2007 windschermen laten plaatsen zonder de invloed op de belasting van de constructie daarvan te onderzoeken. De invloed was aanzienlijk en in dit geval gunstig.

Het plaatsen van zonnepanelen in 2016 was voor AZ aanleiding voor een controleberekening van het spant door de staalconstructeur. De invloed van de toevoeging van zonnepanelen op de totale belasting was beperkt en volgens de staalconstructeur binnen het ontwerp.

In 2015 is de staalconstructie rondom de verbinding van spant 40 door een onderhoudsbedrijf geschilderd, maar daarbij is de roest niet verwijderd. Er zijn over de verbinding toen geen meldingen gedaan bij de stadionbeheerder.

Met de tijd is de belastbaarheid van de bovenste verbinding van spant 40 aanzienlijk verminderd doordat een steeds groter deel van de las scheurde, mogelijk ook door de corrosie die als gevolg van de scheur ontstond. Hierdoor was deze verbinding zwakker dan de verbindingen van de naastgelegen spanten. Uiteindelijk bezweek de verbinding op 10 augustus 2019 bij een belasting die veel lager was dan waartegen de constructie bestand moest zijn.

4 KWALITEITSCONTROLE EN TOEZICHT

In de vorige hoofdstukken is ingegaan op de omstandigheden en technische achtergronden van de instorting van het dak van het AZ-stadion. In dit hoofdstuk wordt per fase van het bouwproces en het gebruik van het AZ-stadion aangegeven hoe de bouwpartijen en later de eigenaar de kwaliteitscontrole hebben vormgegeven en hoe de gemeente Alkmaar het toezicht heeft uitgevoerd. Het hoofdstuk beschrijft eerst de verantwoordelijkheden voor kwaliteitscontrole en toezicht (in 4.1). Vervolgens wordt per fase van het bouwproces beschreven hoe bij het AZ-stadion hieraan invulling is gegeven (in 4.2 en 4.3). In paragraaf 4.4 wordt ingegaan op de gebruiksfase van het stadion, waarbij wordt aangegeven op welke wijze eigenaar AZ en de gemeente invulling gaven aan kwaliteitscontrole en toezicht.

4.1 Verantwoordelijkheden voor kwaliteitscontrole en toezicht

Tijdens elk onderdeel van de bouw (van ontwerp tot aan oplevering) is het noodzakelijk dat controle plaatsvindt op de bouwkwaliteit en de constructieve veiligheid. Wet- en regelgeving, kwaliteitscontrole tussen bouwpartijen en toezicht door de overheid moeten er samen voor zorgen dat een gebouw conform de normen wordt gebouwd.

In paragraaf 2.1.3 is kort aangegeven welke bouwpartijen hebben gewerkt aan de bouw van het AZ-stadion. De opdrachtgever voor de bouw van het stadion was tijdens de bouw, in zijn rol als vergunninghouder, eindverantwoordelijk om veiligheidsrisico's te identificeren en te beheersen. De opdrachtgever heeft een hoofdaannemer ingehuurd voor de bouw van het stadion. Deze hoofdaannemer heeft vervolgens andere partijen ingehuurd voor hun specifieke expertise, zoals specialisten voor de aanleg van de fundering of de fabricage van de staalconstructie.

Ondanks alle inhuurconstructies tussen de bouwpartijen blijft de opdrachtgever altijd eindverantwoordelijk voor de beheersing van de veiligheidsrisico's. De partijen die de bouwwerkzaamheden uitvoeren, zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit van hun eigen werk en helpen de opdrachtgever om ook zijn verantwoordelijkheid in te vullen. Om deze verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid in te vullen is het belangrijk dat de bouwpartijen de kwaliteit van elkaars werkzaamheden controleren. De opdrachtgever moet daarbij het overzicht bewaren dat alle onderdelen apart en gezamenlijk van voldoende kwaliteit zijn.

Naast deze kwaliteitscontrole door de bouwpartijen ziet de afdeling Bouw- en Woningtoezicht (BWT) van een gemeente erop toe dat het gebouw wordt gebouwd conform de daarvoor geldende voorschriften uit de wet- en regelgeving.⁸⁶

⁸⁶ Artikel 92 Woningwet.

Het toezicht van BWT komt niet in de plaats van de kwaliteitscontrole van de bouwende partijen, maar vormt een extra controle om na te gaan of het gebouw voldoet aan de bouwtechnische voorschriften.

Bij het bouwproces van het AZ-stadion was de gemeente Alkmaar verantwoordelijk voor vergunningverlening en toezicht. Naast de juridische en administratieve ondersteuners werden deze taken op ambtelijk niveau uitgevoerd door een plantoetser, een gemeentelijk constructeur, een toezichthouder bouw en het hoofd van de afdeling Bouw- en Woningtoezicht.

De controle en het toezicht door de gemeente tijdens het ontwerp- en bouwproces van het AZ-stadion gebeurde risicogestuurd op basis van de gemeentelijke beleidsnota (hierna: beleidsnota BWT).⁸⁷ In de beleidsnota BWT waren de doelstelling, prioriteiten en juridische kaders opgenomen voor toezicht en handhaving op de bouw.⁸⁸ Uitgangspunt in de beleidsnota was dat de opdrachtgever integraal verantwoordelijk was voor het te leveren eindproduct en dat er werd gebouwd volgens de vergunningvoorschriften. Toezicht en handhaving door de gemeente was erop gericht om de eigenaar deze verantwoordelijkheid te laten nemen.⁸⁹ Voor het toezicht tijdens het bouwproces waren geen toetsingskaders opgenomen; de mate van toezicht en de wijze waarop toezicht werd gehouden werden vooral bepaald op basis van een risico-inschatting die de constructeurs en toezichthouders maakten op basis van hun kennis en ervaring.

Bij de realisatie van een nieuw gebouw is de opdrachtgever eindverantwoordelijk voor de integrale beheersing van de veiligheidsrisico's, zijn de bouwpartijen verantwoordelijk voor de kwaliteit van hun eigen aandeel en houdt de gemeente toezicht op de naleving van de bouwtechnische voorschriften.

4.2 Proces van ontwerp tot bouwvergunning

Voor de nieuwbouw van het AZ-stadion heeft de opdrachtgever een architectenbureau en een ontwerpend constructeur ingehuurd om het ontwerp te maken. Tijdens het ontwerpproces was er regelmatig vooroverleg met de gemeente Alkmaar over allerlei onderwerpen, zoals de inpassing van het stadion in het bestemmingsplan, de vormgeving van het stadion en de uitgangspunten en aannames ten aanzien van de belastingen op de constructie.

87 Gemeente Alkmaar: *Tot hier en niet verder! De Alkmaarse handhavingsnota bouw- en woningtoezicht*; 2004.

88 Inclusief sloop, verbouw, bestaande bouw, bestemmingsplannen en reclame.

89 Gemeente Alkmaar: *Tot hier en niet verder! De Alkmaarse handhavingsnota bouw- en woningtoezicht*; 2004, blz. 5.

Bij de gemeente waren in deze fase met name de plantoetsers en de gemeentelijk constructeur betrokken. De plantoetsers waren onder andere verantwoordelijk voor de beoordeling van de inpassing van het gebouw binnen het bestemmingsplan en heeft daarnaast een beoordeling gegeven over aspecten als brandveiligheid, bouwfysica⁹⁰ en de in te bouwen installaties. De gemeentelijk constructeur richtte zich met name op de uitgangspunten van de sterkteberekeningen en belasting van de constructie. Hierover was regelmatig overleg met de architect en het constructiebureau.

Toetsing constructieve veiligheid

De aanvraag van de bouwvergunning wordt gedaan op basis van het definitief ontwerp. In de bouwaanvraag wordt beschreven hoe de constructie er uit komt te zien, met welke belastingen is gerekend en welke uitgangspunten daarvoor de basis vormen. In het definitief ontwerp staan geen uitgewerkte berekeningen. De gemeente toetst of alle aannames en uitgangspunten juist zijn en of alle principes logisch zijn toegepast. Als de gemeente akkoord is, wordt op basis van dit definitief ontwerp de bouwvergunning verleend. Door de bouwvergunning zijn de hoofdlijnen van de constructie en de aannames van de constructieve belastingen vastgelegd.

Het definitief ontwerp is de basis voor de verdere uitwerking van het gebouw. De uitwerking van de verschillende onderdelen in detailontwerpen gebeurt gedurende de hele uitvoeringsfase: terwijl de hoofdconstructie al wordt gebouwd wordt de precieze vormgeving van onderdelen zoals verbindingen of het interieur nog ontworpen. In de verdere uitwerking van het ontwerp kunnen binnen de uitgangspunten van de bouwvergunning ook aanpassingen worden gedaan. Vaak gaat het daarbij om details van het ontwerp, maar het kan ook gaan om grotere aanpassingen, zoals de fundering en de dakconstructie.

Alle detailontwerpen (zoals van de fundering of de staalconstructie) moeten worden voorgelegd aan de gemeente, zodat deze kan beoordelen of de ontwerpen passen binnen de bouwvergunning en de bouwvoorschriften uit het Bouwbesluit. In de vergunning is daarbij voorgeschreven dat de detailontwerpen niet uitgevoerd mogen worden voordat de gemeente heeft aangegeven daartegen geen bezwaar te hebben. Als er wordt gebouwd zonder akkoord van de gemeente, kan de gemeente een bouwstop opleggen.

Het uiteindelijke definitief ontwerp leidde tot een bouwvergunningaanvraag die op 5 maart 2004 bij de gemeente Alkmaar werd ingediend. Op 6 april 2004 heeft de gemeente de bouwvergunning verleend.

⁹⁰ Zoals daglichttoetreding, luchtcirculatie, akoestiek en duurzaamheid.

Met het verlenen van de bouwvergunning door de gemeente lagen de hoofdlijnen van de constructie vast, evenals de aannames die bij de nadere uitwerking gehanteerd dienden te worden ten aanzien van aan te houden belastingen op de constructie. Op basis van die bouwvergunning controleerde de gemeente in de aansluitende uitvoeringsfase of de detailontwerpen en de uitvoering aan de voorschriften voldeden.

4.3 Uitvoering

4.3.1 Betrokken partijen bij de uitvoering

Voor de uitvoering koos de opdrachtgever voor een aanbesteding op basis van *Design & Build*. Dat hield onder andere in dat de opdrachtgever een functioneel gespecificeerde uitvraag deed, waarbinnen opdrachtnemers de ruimte kregen om het ontwerp en de realisatie te optimaliseren. Aan de aanbesteding werd onder andere deelgenomen door een hoofdaannemer, die het eerdere ontwerp had laten optimaliseren door een staalbouwer en een staalconstructeur, met wie hij eerder bouwprojecten (waaronder de renovatie van een voetbalstadion) had gerealiseerd. De optimalisatie van het ontwerp betrof onder andere aanpassing van het type fundering en de dimensies van de toegepaste staalprofielen.

De aanbesteding werd gegund aan deze hoofdaannemer, die de staalbouwer inhuurde voor de realisatie van de staalconstructie. De staalbouwer huurde op zijn beurt de staalconstructeur in die het ontwerp had geoptimaliseerd en deze verzorgde vervolgens de detailontwerpen, inclusief de berekeningen en de tekeningen.

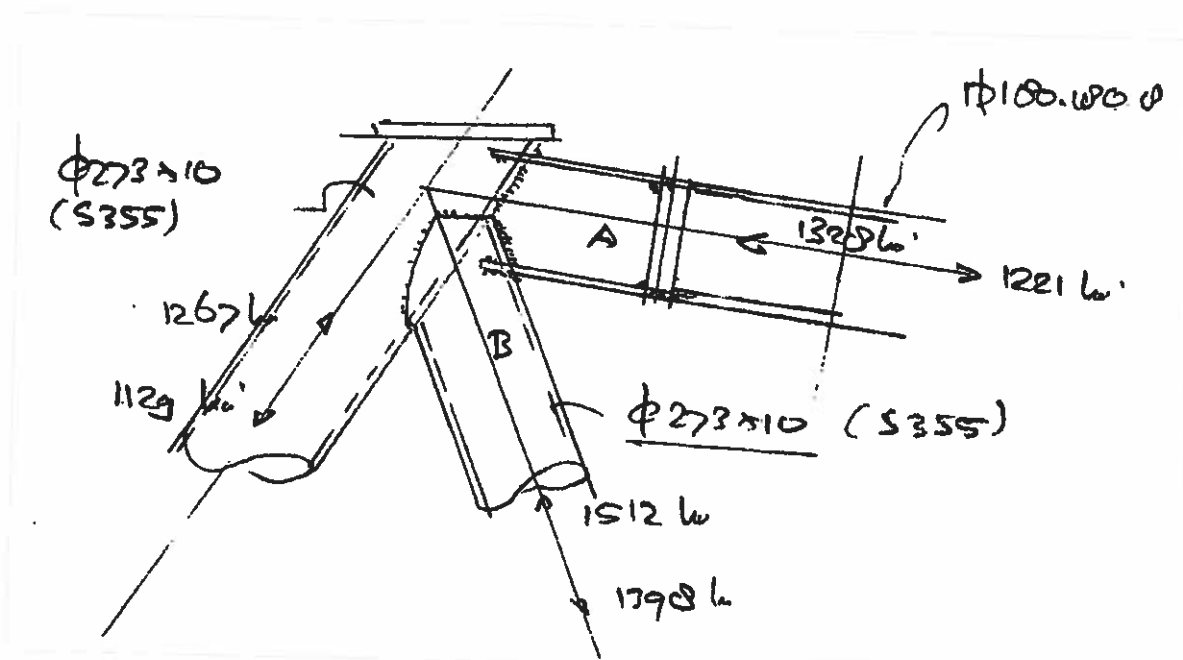
De hoofdaannemer huurde ook een hoofdconstructeur in.⁹¹ Deze had onder andere tot taak om het geoptimaliseerde ontwerp en de daarop gebaseerde detailontwerpen te controleren of deze voldeden aan de daarvoor geldende normen. Ook was hij aangesteld om de bouwopzichter, die in dienst was van de opdrachtgever, te instrueren en te ondersteunen. Daarnaast onderhield de hoofdconstructeur de contacten met de gemeente om goedkeuring te krijgen voor de onderdelen van de constructie. Pas na zijn controle werden de ontwerpen door hem ingediend bij de gemeente.

De gemeentelijk constructeur lette bij het beoordelen van de ontwerpen op een goede toepassing van de aannames en uitgangspunten uit de bouwvergunning. Dit was onder andere het geval voor de berekening van de windbelasting. In een overleg hierover hebben de hoofdconstructeur, de staalconstructeur en de gemeentelijk constructeur de berekening van de windbelasting aangepast, waarna deze is verwerkt in het detailontwerp van de dakconstructie.

⁹¹ De ingehuurde hoofdconstructeur was de constructeur die het eerste ontwerp van de constructie voor het stadion had gemaakt. Zie paragraaf 2.1.2 en 2.1.3.

Daarnaast controleerde de gemeentelijk constructeur of de stabiliteit en sterkte van de verschillende onderdelen goed waren berekend en keek hij naar de zwaarst belaste onderdelen, zoals knooppunten en verbindingen. Op deze manier beoordeelde hij ook de spanten van de dakconstructie. De gemeentelijk constructeur controleerde van een set spanten - die qua ontwerp vergelijkbaar zijn - het spant met de grootste belasting. Als het ontwerp van dit maatgevend spant voldeed aan de daarvoor gestelde normen, ging hij ervan uit dat de andere spanten met een vergelijkbaar ontwerp ook voldeden aan deze normen.

Na deze meer globale beoordeling heeft de gemeentelijk constructeur vervolgens de detailtekeningen en -berekeningen van de cruciale verbindingen van een spant gevraagd en beoordeeld, zoals het ontwerp van het bovenknooppunt van de spanten.⁹² Op de (handgemaakte) detailtekening en -berekening van de later bezweken verbinding was echter slecht te zien dat de overgang van de vierkante koker naar het buizenframe met een H-profiel was gemaakt (zie figuur 18). Zowel de hoofdconstructeur als de gemeentelijk constructeur merkten dat niet op. Beiden gingen ervan uit dat de vierkante koker (voorzien van een tussenkopplaat) direct op het buisvormige deel van de spantconstructie werd gelast.



Figuur 18: Detailtekening van het bovenknooppunt van de spanten. (Bron: Bouwdossier AZ)

De gemeentelijk constructeur keurde de bij de tekening gegeven sterkteberekening goed, zich daarbij niet realiserend dat deze berekening niet geschikt was voor de ongebruikelijke verbinding.

⁹² Brief van 17 oktober 2005 van het afdelingshoofd BWT aan de hoofdconstructeur.

Voor de uitvoering huurde de hoofdaannemer een hoofdconstructeur in. Hij had onder andere tot taak de ontwerpen te controleren voordat deze werden ingediend bij de gemeente.

Zowel de hoofdconstructeur als de gemeentelijk constructeur hebben bij hun controle van het knooppunt van het spant niet geconstateerd dat de verbinding op een ongebruikelijke wijze was ontworpen. Hierdoor is ook niet opgemerkt dat de bijgeleverde berekening niet geschikt was om de sterkte van de verbinding op de juiste wijze te bepalen.

4.3.2 Kwaliteitscontrole tussen bouwpartijen

Uit het onderzoek is niet duidelijk geworden welke afspraken de bouwpartijen met elkaar hadden gemaakt over de kwaliteitscontrole van het uitgevoerde werk. Wel is gebleken dat bij een aantal onderdelen certificaten zijn afgegeven over de kwaliteit van het gebruikte materiaal.⁹³ Daarnaast waren afspraken gemaakt dat ongeveer 20 procent van de lassen van de dakspanten werd gecontroleerd met behulp van *Magnetic Particle Inspection* (MPI).⁹⁴

Kwaliteitscontrole lassen

De sterkte van een las wordt bepaald door de afmetingen (dikte en diepte) van de las en de sterkte van het lasmateriaal, alsmede door de kwaliteit (consistentie en de afwezigheid van gasbelletjes) van de las.

Het beoordelen van het gebruikte lasmateriaal gebeurt doorgaans op basis van de bijgeleverde certificaten. Daarnaast kunnen de buitenmaten van de las bij hoeklassen visueel worden gecontroleerd. Bij stompe lassen kan dat met ultrasoon- of röntgenonderzoek. De kwaliteit van de las kan slechts in beperkte mate worden beoordeeld met MPI, alleen op de aanwezigheid van oppervlakteschertjes. Voor een algehele beoordeling van de kwaliteit van de lassen is röntgenonderzoek nodig.

Bij de bezweken lassen in de spanten van het AZ-stadion waren visuele controle en MPI niet toereikend om de sterkte van de las te kunnen beoordelen. Daarvoor is ook informatie nodig over de dikte en kwaliteit van de las.

Tijdens de bouw van het AZ-stadion is tweemaal een praktijkproef uitgevoerd om de kwaliteit van de gebruikte materialen en de berekeningen van het ontwerp te controleren. Bij de eerste praktijkproef heeft de gemeente laten testen of het gebruikte staal voldeed aan de voorgeschreven kwaliteit. Bij de tweede praktijkproef heeft de hoofdaannemer met behulp van een trekproef aangetoond dat de gebruikte verbindingsspennen in de

⁹³ Bijvoorbeeld over de staalkwaliteit.

⁹⁴ In het bouwdoosier is één onderzoeksrapport aangetroffen van drie spanten van bouwdeel C waarvan 10 procent met MPI is onderzocht. De Onderzoeksraad heeft verder niet kunnen vaststellen of de controle van deze lassen volgens de afspraak is uitgevoerd.

knoopverbindingen van de kapconstructie⁹⁵ de maximale trekkracht konden weerstaan, die nodig was volgens de ontwerpberekening. Bij beide praktijkproeven voldeed de kwaliteit aan de gestelde eisen.

De hoofdaannemer had veel vertrouwen in zijn vaste onderaannemers. Hij had vaker met deze partijen samengewerkt, onder andere bij de renovatie van stadion Galgenwaard in Utrecht. De partijen gebruikten vaste werkwijzen bij het ontwerp en de constructie van onderdelen en waren daarin op elkaar ingespeeld. De hoofdaannemer vertrouwde erop dat deze onderaannemers conform de tekeningen werkten en daarmee kwalitatief goed werk leverden.

Tijdens de bouw van het AZ-stadion ontstond er ernstige schade aan de staalconstructie van een gebouw dat enkele jaren eerder was gebouwd door dezelfde combinatie van bouwpartijen (hoofdaannemer, staalbouwer, staalconstructeur en montagebedrijf).

Inzakking dak bouwmarkt Wateringen

Op 31 december 2005 is bij een grote bouwmarkt in Wateringen een deel van het (platte) dak doorgezakt. Uit technisch onderzoek werd duidelijk dat de inzakking het gevolg was van enerzijds ophoping van water (afkomstig van smeltende sneeuw) door problemen met de afvoer en anderzijds van gebrekkige lassen in de liggers van de spanten, waardoor deze aanmerkelijk minder sterk waren dan de voorschriften voorschreven.⁹⁶

Omdat de bouwmarkt door dezelfde combinatie van bouwpartijen werd gebouwd, is de vraag of dit voorval aanleiding is geweest om de kwaliteit en sterkte van de lassen in de AZ-constructie extra te controleren. Het antwoord op die vraag is dat noch door de opdrachtgever, noch door de hoofdaannemer, de staalbouwer of de staalconstructeur deze controles zijn uitgevoerd. Dat geldt ook voor de hoofdconstructeur en de gemeentelijk constructeur, die echter niet wisten dat de bouwende partijen van het AZ-stadion eerder betrokken waren geweest bij de bouw van deze bouwmarkt.⁹⁷

Uit het onderzoek is niet exact duidelijk geworden welke afspraken de bouwpartijen met elkaar hadden gemaakt over de kwaliteitscontrole van het uitgevoerde werk. De hoofdaannemer vertrouwde erop dat zijn vaste onderaannemers kwalitatief goed werk leverden. Het inzakken van het dak van een bouwmarkt, die was gebouwd door dezelfde combinatie van bouwpartijen, was voor deze bouwpartijen echter geen aanleiding de staalconstructie van het AZ-stadion extra te controleren.

⁹⁵ Deze verbindingen bevinden zich aan de buitenkant van de kapconstructie.

⁹⁶ Rapport SL140/06 d.d. 25-01-2006 van Schielab BV.

⁹⁷ De gemeente heeft naar aanleiding van dit voorval controles uitgevoerd bij alle gebouwen met een risico van wateraccumulatie. De gemeente was niet op de hoogte van de geconstateerde problemen bij de lasverbindingen.

4.3.3 Controle op de fabricage van de dakspanten

De staalconstructeur en de staalbouwer werkten al jaren met elkaar samen en hadden daarbij vaste werkwijzen ontwikkeld in hun samenwerking. De staalconstructeur leverde onderdeel- en assemblagetekeningen van de te fabriceren constructiedelen, zoals van de spanten, aan bij de staalbouwer. Hierop was op algemene wijze de minimale dikte van de las voorgeschreven, wat de staalbouwer voldoende informatie gaf voor het lassen van de meeste verbindingen.

Zoals reeds aangegeven in hoofdstuk 3, was het ontwerp van het knooppunt in de spanten echter ongebruikelijk. Bij de verbinding in het spant werd de vierkante koker niet direct op het ronde buizenframe gelast, maar werd deze via een kopplaat en een H-profiel verbonden. Dit ontwerp was getekend door de staalconstructeur en gecontroleerd door de hoofdconstructeur en BWT. De staalbouwer was niet betrokken bij het ontwerp van het knooppunt. Door de gekozen afmetingen van de kopplaat kon de standaard voorgeschreven dikte van de las niet worden bereikt zonder aanpassing van de onderdelen.⁹⁸ Ondanks dat gaf de staalconstructeur voor het maken van deze lasverbinding geen extra werkinstructie aan de staalbouwer om deze onderdelen aan te passen.

Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad is niet duidelijk geworden hoe controle werd uitgevoerd op de afmetingen en de kwaliteit van de lassen. Wel is gebleken dat de verschillende onderdelen van de verbinding niet waren aangepast om de voorgeschreven dikte van de lassen mogelijk te maken. Er is zelfs geconstateerd dat de kopplaat groter was uitgevoerd dan voorgeschreven, waardoor er nog minder ruimte was voor een las. De lassen hadden hierdoor niet de voorgeschreven dikte. Ook zijn bij verschillende lassen lasfouten geconstateerd.⁹⁹

Na de fabricage van de spanten werden deze door een conserveringsbedrijf voorzien van twee verflagen. Hierbij heeft de verfleverancier regelmatig controles uitgevoerd op de juiste applicatie van de verf. Daarna zijn de spanten aangeleverd voor montage in het AZ-stadion, waarbij de bij het transport en de montage ontstane beschadigingen aan de verf op aangeven van de verfleverancier zijn hersteld.

Voor de gemeente Alkmaar was het niet gebruikelijk om toezicht te houden op de productie van onderdelen in de fabriek, ook niet als de constructie van deze onderdelen achteraf niet meer controleerbaar was. De gemeente ging ervan uit dat deze onderdelen volgens tekening onder gecontroleerde omstandigheden waren gemaakt en daarmee van goede kwaliteit waren. Ook bij de dakspanten ging de gemeente ervan uit dat deze met de juiste kwaliteit uit de fabriek werden aangeleverd. Het toezicht van de gemeente richtte zich op de montage ter plekke en de eventuele aanpassingen die daarbij nog moesten worden gedaan.

⁹⁸ Zie paragraaf 3.1.5.

⁹⁹ Zie paragraaf 3.2.2.

Zowel de kwaliteitscontrole tussen partijen als het toezicht van de gemeente hebben niet kunnen voorkomen dat de dakspanten werden gemonteerd in het AZ-stadion terwijl diverse lussen van de spanten te dun en met lasfouten waren uitgevoerd.

4.3.4 Toezicht op de bouwplaats

De gemeentelijke bouwinspecteur hield toezicht op de bouwplaats. Dit toezicht was erop gericht om te beoordelen of in de praktijk werd gebouwd volgens de goedgekeurde ontwerpen. De bouwinspecteur was daarvoor regelmatig¹⁰⁰ aanwezig op de bouwplaats van het stadion, zodat hij zicht had op wat er werd gebouwd en de wijze waarop. De gemeentelijke toezichthouder was in ieder geval aanwezig op de momenten waarop de belangrijke constructie-onderdelen werden gemonteerd of gestort. Daarnaast had hij regelmatig overleg met de gemeentelijke constructeur, die aan hem voor specifieke elementen aangaf waarop hij moest controleren.¹⁰¹

Tijdens de bouw van het AZ-stadion heeft de inspecteur diverse malen geconstateerd dat bij het bouwen werd afgeweken van het ontwerp. Bij kleinere afwijkingen kon hij de bouwers direct aanspreken om deze te herstellen. In andere gevallen trad de bouwinspecteur in overleg met de gemeentelijk constructeur, zodat deze kon beoordelen of de geconstateerde afwijkingen pasten binnen de goedgekeurde ontwerpen of dat een nieuwe berekening moest worden ingediend. De gemeente Alkmaar¹⁰² heeft tweemaal een formele bouwstop opgelegd omdat er gebouwd werd zonder goedkeuring van de ontwerpen door de gemeente.¹⁰³

Aan het einde van de bouw voerden de gemeente en de brandweer een aantal opleveringscontroles uit. De laatste was op 3 augustus 2006. Op deze datum verstuurde de gemeente een 'brief akkoord gebouwd volgens bouwvergunning', waarmee de gemeente aangaf dat gebouwd was overeenkomstig de verleende vergunning en de daaraan verbonden voorwaarden. De gemeente had daarmee geen bezwaar tegen de ingebruikname van het gebouw.¹⁰⁴ Op 3 augustus 2006 verleende de brandweer ook de gebruiksvergunning.¹⁰⁵ Het stadion werd op 4 augustus 2006 officieel in gebruik genomen met een vriendschappelijke wedstrijd tegen Arsenal en op 19 augustus 2006 speelde AZ er zijn eerste competitiewedstrijd.

100 Afhankelijk van de fase van en activiteiten op de bouw was dit dagelijks of wekelijks.

101 In de beleidsnota BWT staat hierover: "De gemeente houdt toezicht op vaste momenten, met name tijdens de bouw van de constructieve delen en op de uitvoering van de technische installaties en voorts steekproefsgewijs. Het eindproduct wordt door de gemeente afgeschouwd". Beleidsnota BWT, blz. 5.

102 De bevoegdheid tot het opleggen van een bouwstop was in Alkmaar gemandateerd aan het hoofd van de afdeling Bouw en woningtoezicht.

103 Brieven van 9 september 2005, 18 oktober 2005 en 31 oktober 2005 van de gemeente Alkmaar aan de vergunninghouder waarin een (partiële) bouwstop werd opgelegd vanwege bouwen aan onderdelen van de kapconstructie zonder goedkeuring van de gemeente.

104 Brief van 3 augustus 2006, kenmerk BWT/20060704/VRL. Conform artikel 4.14 van de gemeentelijke Bouwverordening was het verboden een gebouw in gebruik te nemen voordat het gereed was gemeld bij BWT.

105 Besluit van 3 augustus 2006, kenmerk 1812 ZZ 0001/GB35.

toezicht te houden, maar de meeste gemeenten geven hier geen actieve invulling aan. Pas als er signalen zijn dat er gebreken zijn aan het gebouw en daardoor risico's ontstaan voor de omgeving, zal een gemeente zijn bevoegdheden inzetten.¹¹²

Ook de gemeente Alkmaar hield geen actief toezicht op de kwaliteit van de bestaande bouw. In de beleidsnota BWT van Alkmaar stond expliciet vermeld dat *“bij bestaande gebouwen de eigenaar verantwoordelijk is voor de kwaliteit van het gebouwde. Hij heeft een wettelijk opgelegde zorgplicht voor kwaliteit (volgens het Bouwbesluit) en daaruit voortvloeiend onderhoud. De gemeente treedt niet in deze verantwoordelijkheid maar zorgt ervoor dat de eigenaar (desnoods door handhavend optreden) zijn verantwoordelijkheid neemt.”*¹¹³

De gemeente houdt wel actief toezicht op het brandveilig gebruik van een aantal typen gebouwen.¹¹⁴ Daartoe moet de gebouweigenaar of gebruiker van het gebouw een gebruiksvergunning aanvragen of een melding brandveilig gebruik indienen, waarmee deze aangeeft dat het gebruik van het gebouw voldoet aan de gestelde voorschriften van brandveiligheid. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om voorschriften over de brandwerendheid van de constructie, vluchtwegen en blusmiddelen.¹¹⁵ De gemeente houdt toezicht op de naleving van deze brandveiligheidsvoorschriften. Deze controles worden jaarlijks uitgevoerd door de brandweer of een inspecteur brandveiligheid van BWT die daarvoor is opgeleid. De controles richten zich niet op andere aspecten van het gebouw of de constructieve veiligheid.

Vanaf de ingebruikname van het AZ-stadion heeft een inspecteur brandveiligheid van de gemeente jaarlijks een inspectie uitgevoerd op brandveilig gebruik. De inspectie was alleen gericht op het naleven van de voorschriften over brandveiligheid, niet op constructieve veiligheid.

In de gebruiksfase van het AZ-stadion heeft de gemeente geen actief toezicht uitgevoerd op de constructieve veiligheid. Dit was het beleid voor alle bestaande gebouwen binnen de gemeente. Wel voerde een inspecteur brandveiligheid van BWT jaarlijks een controle uit op het brandveilig gebruik van het stadion.

4.4.3 Veiligheidsverklaring KNVB

De resultaten van de inspectie op brandveilig gebruik door de gemeente werden ook gebruikt voor de veiligheidsverklaring van de KNVB, die de KNVB vereist om betaald voetbal te mogen spelen in het stadion.

¹¹² Zie ook paragraaf 6.2.

¹¹³ Gemeente Alkmaar: *Tot hier en niet verder! De Alkmaarse handhavingsnota bouw- en woningtoezicht*; 2004, blz. 5.

¹¹⁴ Artikel 1.18 eerste lid Bouwbesluit. Het gaat hierbij onder andere om gebouwen waarin nacht- of dagverblijf wordt geboden aan kwetsbare groepen, gebouwen met kamerverhuur en gebouwen waarin meer dan 50 personen tegelijkertijd verblijven.

¹¹⁵ Deze voorschriften zijn opgenomen in de hoofdstukken 2, 6 en 7 van het Bouwbesluit.

Veiligheidsverklaring KNVB

De veiligheidsverklaring KNVB is een onderdeel van de licentie-eisen die de KNVB stelt aan deelname aan de voetbalcompetitie. Deze wordt jaarlijks ondertekend door de burgemeester van de betreffende gemeente en de directeur van de voetbalclub en verzonden naar de KNVB. Met deze verklaring geeft de burgemeester aan dat hij de voetbalclub toestemming geeft voor het gebruik van het stadion voor het spelen van wedstrijden in het kader van betaald voetbal.

In de veiligheidsverklaring staan eisen aan de veiligheid van het stadion, waaronder eisen aan brandveilig gebruik, aan de medische hulpverlening (zoals EHBO-ruimten en de opstelplaats van de ambulance) en eisen aan het ontruimingsplan en operationele oefeningen. In de veiligheidsverklaring staat ook een controle op constructieve veiligheid als eis genoemd.¹¹⁶ Met het ondertekenen van de veiligheidsverklaring geven de burgemeester en de voetbalclub aan dat aan de gestelde eisen wordt voldaan. De KNVB controleert de inhoud van de veiligheidsverklaring niet, maar vertrouwt op de juistheid ervan.¹¹⁷

In juli 2006 is de eerste veiligheidsverklaring voor het AZ-stadion ondertekend door de burgemeester van Alkmaar en de directeur van AZ. Ook voor elk voetbalseizoen daarna zijn de veiligheidsverklaringen opgesteld en ondertekend, waarmee de burgemeester toestemming gaf het voetbalstadion te gebruiken voor betaald voetbal en de directeur van AZ verklaarde alle voorschriften uit de verklaring te zullen naleven. In de veiligheidsverklaringen werd onder andere verklaard dat naast de controles voor onder andere brandveiligheid ook controles waren uitgevoerd voor de constructieve veiligheid.

De controles werden uitgevoerd door de inspecteur brandveiligheid van BWT van de gemeente. Bij de controle op de brandveiligheid werd niet expliciet gekeken naar de constructie van het stadion. Als de inspecteur bij zijn controle zag dat er mogelijk iets mis was met de constructie, schakelde hij de gemeentelijk constructeur in om een nadere controle te doen op de constructieve veiligheid.¹¹⁸ Er was dus geen sprake van een periodieke controle op de constructie veiligheid door de gemeente.¹¹⁹

¹¹⁶ In de toelichting staat hierover: "Naast de controle op brandveiligheidsaspecten worden er periodiek controles gehouden door de Dienst Bouw- en Woningtoezicht / afdeling handhaving gemeente. Hierbij wordt gelet op de constructieve veiligheid in betreffende panden. Dit geldt zowel voor de tijdelijke als voor de permanente constructies." Bron: Veiligheidsverklaring KNVB, licentieperiode seizoen 2018/2019, blz. 12.

¹¹⁷ Auditteam Voetbal en veiligheid: *fysieke veiligheid van voetbalstadions*; 2016.

¹¹⁸ Dit is éénmaal gebeurd in 2013, vanwege roestvorming op verschillende stalen onderdelen van het gebouw. De gemeente heeft dit globaal bekeken en beoordeeld als gebrekkig onderhoud. De lussen van de dakconstructie zijn daarbij niet specifiek gecontroleerd. Omdat AZ op dat moment al gestart was met het onderhoudsprogramma, heeft de gemeente geen verdere actie ondernomen.

¹¹⁹ Per 1 januari 2020 is de veiligheidsverklaring aangepast. De gemeentelijke toets op de constructieve veiligheid van het stadion is geschrapt. Hiermee is verduidelijkt dat de voetbalclub zelf verantwoordelijk is voor de controle op de constructieve veiligheid. Zie paragraaf 7.3.

Ondanks dat constructieve veiligheid van het stadion onderdeel was van de veiligheidsverklaring van de KNVB, werd hierop niet gecontroleerd.

4.5 Conclusies kwaliteitscontrole en toezicht

Kwaliteitscontrole en toezicht hebben als doel fouten en tekortkomingen die ontstaan tijdens de bouw en het gebruik van een gebouw te voorkomen. Kwaliteitscontrole tussen de bouwpartijen en toezicht door de gemeente moeten er samen voor zorgen dat een gebouw conform de normen wordt gebouwd en gebruikt. Dit is een voorwaarde voor de constructieve veiligheid gedurende de levensduur van een gebouw.

Bij de bouw van het AZ-stadion hebben de kwaliteitscontrole en het toezicht niet goed gefunctioneerd, waardoor tekortkomingen in het ontwerp en de uitvoering van het stadion onopgemerkt zijn gebleven. Dat heeft geleid tot een kwetsbare dakconstructie.

Ook in de gebruiksfase is niet opgemerkt dat de staalconstructie ernstig was verzwakt doordat bepaalde lassen aanmerkelijk te dun waren en evenmin dat er bij ten minste één spant sprake was van extra verzwakking door scheurvorming. Voor eigenaar AZ was de zichtbare corrosie geen aanleiding om nader onderzoek te doen naar de oorzaak van deze corrosie, waardoor hij de verzwakte lassen niet heeft opgemerkt.

De gemeente Alkmaar zag voor zichzelf geen rol in het toezicht op de constructieve veiligheid van het AZ-stadion in de gebruiksfase. Het toezicht beperkte zich tot het brandveilig gebruik van het stadion, dat door de inspecteur brandveiligheid van BWT van de gemeente werd uitgevoerd. De veiligheidsverklaring van de KNVB gaf geen aanleiding de constructieve veiligheid periodiek te controleren, terwijl dat wel onderdeel was van deze verklaring.

5 ANDERE VOORVALLEN

In de voorafgaande hoofdstukken is beschreven hoe het dak van het AZ-stadion is ingestort en welke achterliggende factoren daarbij een rol hebben gespeeld. Daarbij werd duidelijk dat de dakconstructie ernstige constructieve gebreken vertoonde. Dit hoofdstuk gaat over de vraag in hoeverre het vaker voorkomt dat dergelijke gebreken pas in de gebruiksfase aan het licht komen. Ter beantwoording van deze vraag heeft de Onderzoeksraad een indicatieve inventarisatie uitgevoerd waaruit praktijkvoorbeelden zijn voortgekomen (in 5.1). Ter illustratie worden enkele voorvallen besproken waarbij het gevonden gebrek tijdig is opgepakt (in 5.2) en voorvallen waarbij een instorting heeft plaatsgevonden (in 5.3). Daarna wordt besproken in hoeverre informatie over dergelijke voorvallen structureel wordt verzameld en geanalyseerd (in 5.4). Ook heeft de Raad informatie verzameld over een instorting in het buitenland die overeenkomsten vertoont met het voorval bij het AZ-stadion (in 5.5).

5.1 Inventarisatie

De Onderzoeksraad heeft zich afgevraagd of het vaker voorkomt dat ernstige constructieve gebreken pas in de gebruiksfase aan het licht komen. Om deze vraag te beantwoorden heeft de Raad naar praktijkvoorbeelden gezocht. Voor deze globale inventarisatie zijn onderstaande bronnen gebruikt.

5.1.1 Promotieonderzoek Constructieve Veiligheid

In 2014 is aan de TU Delft een promotieonderzoek afgerond dat betrekking had op de kritieke factoren in het ontwerp- en uitvoeringsproces in de Nederlandse bouwsector.¹²⁰ In dat onderzoek is onder andere een analyse gemaakt van ongeveer 750 constructieve schadegevallen uit de periode 1990-2009. Daaruit kwam naar voren dat de directe oorzaak in ruim 60% van de gevallen verband hield met het ontwerp en/of de uitvoering van het gebouw. In ruim 10% van de gevallen had de constructieve schade betrekking op het gebruik en/of het onderhoud. In het proefschrift is ook een literatuurstudie opgenomen. Daaruit blijkt dat ongeveer 80% van de constructieve schadegevallen verband houdt met de ontwerp- en uitvoeringsfase, terwijl ongeveer 16% betrekking heeft op het gebruik van of het onderhoud aan het gebouw. Uit beide delen van het onderzoek blijkt dat een wezenlijk deel van de constructieve schadegevallen zich 'pas' in de gebruiksfase voordoet.

¹²⁰ Terwel, *Structural Safety – study into critical factors in the design and construction process*, juni 2014.

5.1.2 Publicaties Falende Constructies en Leren van Instortingen

In het rapport *Falende constructies*¹²¹ zijn de bevindingen samengevat van een onderzoek naar vijftien constructieve schadegevallen. Het onderzoek was gericht op het identificeren van structurele faaloorzaken en verbetermaatregelen. De vijftien schadegevallen, die plaatsvonden in de periode 2002-2007, hadden betrekking op uiteenlopende constructies. De gevolgen varieerden van incidenten met alleen geringe materiële schade tot ernstige ongevallen met dodelijke slachtoffers en/of omvangrijke materiële schade. In acht gevallen ging het om een gebouw waarbij tijdens de gebruiksfase ernstige constructieve veiligheidsproblemen aan het licht kwamen. Van de acht hiervoor genoemde voorvallen zijn er vijf eveneens beschreven in het boek *Leren van instortingen*.¹²²

5.1.3 Eerdere onderzoeken van de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Van de ernstige instortingen die de Onderzoeksraad voor Veiligheid eerder heeft onderzocht, vond het merendeel plaats tijdens de uitvoeringsfase. Zie hiervoor bijvoorbeeld de onderzoeken naar de instorting van de parkeergarage in Eindhoven¹²³, de instorting bij het Grolsch Veste stadion¹²⁴ en de instorting bij de B-tower.¹²⁵ Daarnaast zijn er ook enkele onderzoeken geweest naar voorvallen in de gebruiksfase, zoals het onderzoek naar vallende gevelplaten in 2006.¹²⁶ In het kader van die onderzoeken zijn naast het voorval zelf ook andere instortingen onderzocht.

5.1.4 Enquête Bouw- en Woningtoezicht

In het kader van de inventarisatie voor dit onderzoek heeft de Onderzoeksraad in februari 2020 een enquête verspreid onder de leden van vereniging Bouw- & Woningtoezicht Nederland.¹²⁷ Daarbij zijn de ongeveer 200 aangesloten gemeenten en omgevingsdiensten bevraagd naar hun ervaringen met ernstige constructieve gebreken bij gebouwen die in de gebruiksfase aan het licht zijn gekomen. In de enquête zijn de volgende twee vragen gesteld:¹²⁸

- Zijn er inspecties uitgevoerd naar aanleiding van het voorval in Alkmaar, en zijn hierbij gebreken geconstateerd?
- Zijn er in de afgelopen tien jaar voorvallen geweest bij gebouwen in de gebruiksfase waarbij de constructieve veiligheid van het gebouw niet meer gewaarborgd bleek?

Er hebben 126 gemeenten en omgevingsdiensten op de enquête gereageerd. Het overgrote deel (87) van de respondenten meldde dat er geen inspecties zijn geweest naar aanleiding van het voorval bij AZ en dat er in de betreffende gemeente in de

¹²¹ CUR Bouw & Infra, *Falende constructies: case-onderzoek naar structurele oorzaken van falen en maatregelen die dat tegengaan*, 2010.

¹²² Van Herwijnen, *Leren van instortingen: waarom bruggen en gebouwen soms instorten en hoe dat is te voorkomen!*, 2009. In dit boek zijn tevens 23 instortingen van gebouwen en bruggen beschreven die zich in het buitenland hebben voorgedaan.

¹²³ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018.

¹²⁴ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente, te Enschede*, juli 2012.

¹²⁵ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Instorting verdiepingsvloer B-Tower Rotterdam*, april 2012.

¹²⁶ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

¹²⁷ Deze enquête diende niet om een statistisch representatief beeld te krijgen van dergelijke voorvallen en evenmin om te beoordelen hoe de afdelingen bouw- en woningtoezicht functioneren. Die aspecten vallen buiten het bestek van dit onderzoek.

¹²⁸ Zie bijlage A voor de opzet en resultaten van de enquête.

afgelopen tien jaar geen voorvallen zijn geweest waarbij constructieve gebreken in de gebruiksfase zijn geconstateerd.

Drieëntwintig respondenten gaven aan dat er in hun gemeente in de afgelopen tien jaar wel voorvallen zijn geweest waarbij constructieve gebreken zijn geconstateerd bij een gebouw in de gebruiksfase. In totaal zijn via de enquête circa 40 voorbeelden aan het licht gekomen van dergelijke voorvallen. Er zijn voorvallen gemeld over verschillende typen gebouwen en ook de aard van de problematiek van de voorvallen loopt uiteen.

Naast de bovenstaande bronnen zijn ook enkele praktijkvoorbeelden uit de media en het vakblad *Cement*¹²⁹ opgenomen in de inventarisatie.

5.1.5 Indicatief overzicht

Uit de bovengenoemde geraadpleegde bronnen zijn uit de periode 2000-2020 in totaal 60 praktijkvoorbeelden naar voren gekomen van gebouwen waarbij tijdens de gebruiksfase is gebleken dat de constructieve veiligheid niet meer gewaarborgd was.¹³⁰ Deze voorbeelden betreffen uiteenlopende typen gebouwen. Bij de helft van deze voorvallen (30 van de 60) kwamen de problemen aan het licht vóórdat een instorting gebeurde (zie ook 5.2). In de andere helft van de gevallen (30 van de 60) hebben de constructieve gebreken wel tot een instorting geleid (zie ook 5.3).

Bij de casussen hebben de constructieve gebreken zich voorgedaan in de volgende zes categorieën: gevelbekleding, vloeren, balkons/galerijen, dragende constructies (beton of staal), platte daken (wateraccumulatie) en overige problematiek. In tabel 2 is de verdeling van de casussen over de verschillende categorieën te zien. Zie bijlage D voor een complete lijst van deze voorvallen.

Casussen waarbij problemen met constructieve veiligheid in de gebruiksfase aan het licht kwamen (2000-2020)			
aard problematiek	niet tot instorting geleid	wel tot instorting geleid	totaal
gevelbekleding	3	11	14
vloeren (incl. ondersteuning)	10	2	12
balkons/galerijen	6	4	10
dragende constructie	7	1	8
platte daken - wateraccumulatie	0 ¹³¹	6	6
overige problematiek	4	6	10
totaal	30	30	60

Tabel 2: Overzicht casussen.

¹²⁹ Cement, *Constructieve Schade*, december 2010.

¹³⁰ In deze inventarisatie zijn kunstwerken zoals bruggen, viaducten en tunnels niet opgenomen.

¹³¹ Na enkele instortingen zijn veel daken onderzocht en aangepast waar nodig. Het specifieke aantal voorvallen dat niet tot instorting heeft geleid is echter onbekend. Zie 5.2.5.

Bij bovengenoemd overzicht dient nadrukkelijk te worden aangetekend dat het alleen dient om een globale indicatie te geven van de aard en omvang van deze problematiek. Ter nadere illustratie is hierna (in 5.2 en 5.3) uit elk van de twaalf verschillende categorieën een praktijkvoorbeeld toegelicht.

Uit de inventarisatie van de Onderzoeksraad zijn uit de afgelopen twintig jaar 60 voorvallen naar voren gekomen waarbij constructieve gebreken in de gebruiksfase aan het licht kwamen. Dit betreft zowel voorvallen waarbij er een instorting heeft plaatsgevonden als voorvallen waarbij een instorting kon worden voorkomen.

5.2 Voorvallen die niet tot instorting hebben geleid

In de helft van de gevallen uit het indicatieve overzicht werd door tijdig ingrijpen voorkomen dat de constructieve gebreken daadwerkelijk tot een instorting konden leiden. Soms konden de constructieve problemen geconstateerd worden doordat het betreffende bouwwerk gebreken liet zien, bijvoorbeeld wanneer er vervorming of scheurvorming ontstond. In andere gevallen werd er ingegrepen naar aanleiding van constructieve problemen die bij een soortgelijk gebouw aan het licht kwamen. Onderstaand zijn zes van dergelijke voorvallen beknopt beschreven.

5.2.1 Gevelbekleding: multifunctioneel gebouw, Tilburg (2016-2018)¹³²

In 2013 is een multifunctioneel gebouw opgeleverd in Tilburg, waarin zich onder andere woningen, kantoorruimte en een kinderdagverblijf bevinden. De gevel van het gebouw is deels bekleed met glazen panelen. Nadat was opgemerkt dat enkele panelen scheef leken te zitten, heeft de Vereniging van Eigenaren (VvE) in 2016 en 2017 onderzoek laten doen naar de duurzaamheid van de glaspanelen. Uit dit onderzoek bleek onder andere dat in enkele gevallen de glaspanelen niet stevig in de ophangconstructies hingen, en dat de positie van de opleghaak ervoor zorgde dat de panelen anders belast werden dan berekend. Daarnaast waren veel panelen verschoven door wisselende windbelasting, waardoor ze elkaar raakten. Door dit contact bestond het risico op piekspanningen in het glas, die een breuk zouden kunnen veroorzaken.

De VvE heeft na deze onderzoeken contact opgenomen met de aannemer en de gevelbouwer, maar de partijen kwamen er niet uit of de gevel aan de eisen voldeed. Daarom werd een zaak gestart bij de Raad van Arbitrage voor de Bouw. De VvE ging vervolgens in 2018 naar de gemeente met vragen over de eisen die de gemeente stelt aan gevels. Naar aanleiding van deze vragen bekeek de gemeente de zaak en besloot dat het risico tot loskomen van de panelen zodanig was dat er direct actie ondernomen moest worden. Hierop is de omgeving afgesloten. Daarna zijn er stellingen om het gebouw heen geplaatst om te voorkomen dat panelen op straat konden vallen als deze los zouden komen. Uiteindelijk zijn eind 2019 aanpassingen gedaan in de ophangconstructie van de panelen door een tweede draagweg aan te brengen.

¹³² Informatie verkregen van BWT Tilburg.

5.2.2 Vloeren: Parkeergarage, Amsterdam (2006)¹³³

Van 2001 tot 2004 heeft op en rond een plein in Amsterdam een grootschalige verbouwing plaatsgevonden. Er werd hierbij onder andere een parkeergarage met daarboven winkels, woningen, kantoren en een verhoogd marktplein gerealiseerd. Begin 2006 bleek een deel van het dak van de parkeergarage te zijn verzakt. Dit werd waargenomen kort nadat een vrachtwagen over het bewuste deel van het marktplein had gereden. Hierna werd het gehele complex geëvacueerd en afgesloten.

Uit onderzoek bleek dat de constructie van het gehele complex onvoldoende veilig was en dat herstelwerkzaamheden nodig waren. Er werden zowel fouten in het ontwerp (onderschatting van inwendige krachten) alsook in de uitvoering (ontbrekende wapening in betonbalken) geconstateerd. Bij het woongedeelte van het complex bleken de constructieve problemen van zodanige aard en omvang, dat het – op basis van een noodverordening – tot nader order werd gesloten. Nadat eind 2006 herstelwerkzaamheden waren uitgevoerd, werd de noodverordening ingetrokken en konden de 196 bewoners terugkeren naar hun woningen.

5.2.3 Balkons/galerijen: diverse gebouwen, meerdere gemeenten

Naar aanleiding van een instorting van de galerijvloer van een flatgebouw in Leeuwarden in 2011, heeft het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) in 2012 een infoblad gepubliceerd.¹³⁴ Dit infoblad raadt gebouweigenaren aan om onderzoek te doen naar de veiligheid van gebouwen met dergelijke galerijvloeren. Na de instorting in Leeuwarden, bleek namelijk uit onderzoek dat ook bij vergelijkbare flatgebouwen risico's bestonden dat de galerijvloeren niet aan de veiligheidseisen voldeden. Het betrof vooral flatgebouwen gebouwd voor 1975, waarbij het risico bestond dat de galerijvloeren verzwakt waren door een combinatie van onvoldoende wapening en door putcorrosie aangetaste wapening.

Naar aanleiding van dit infoblad zijn veel galerijvloeren onderzocht. Via het infoblad waren echter nog niet alle eigenaren van gebouwen met dergelijke galerijvloeren bereikt. Daarom heeft het ministerie eind 2015 besloten om een onderzoeksverplichting op te nemen in de Regeling Bouwbesluit 2012¹³⁵ dat onderzoek naar dergelijke galerijvloeren verplicht stelt (zie ook 6.2.2). Gebouweigenaren moesten de uitkomsten van het onderzoek voor 1 januari 2017 in een rapport hebben vastgelegd.

5.2.4 Dragende constructie: Kantoorgebouw, Maastricht (2013/2015)¹³⁶

In een kantoorgebouw in Maastricht werden op een extreem warme dag in 2013 knallen in het gebouw gehoord. Het kantoorgebouw is gebouwd in 1997 en de constructie bevat zowel beton als staal. Uit onderzoek dat werd gedaan nadat de knallen waren gehoord,

133 CUR Bouw & Infra, *Falende constructies: case-onderzoek naar structurele oorzaken van falen en maatregelen die dat tegengaan*, 2010.

134 Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, *Infoblad Onderzoek Galerijvloeren bij Flatgebouwen – Bouwbesluit 2012*, oktober 2012.

135 Artikel 5.11 Regeling bouwbesluit 2012.

136 Informatie verkregen van BWT Maastricht.

bleek dat de knallen mogelijk waren veroorzaakt door het uitzetten van het stalen dak bij hoge temperatuur. Daarnaast werd tijdens het onderzoek ontdekt dat een aantal stalen kabels in de betonconstructie waren gebroken, waardoor de draagkracht van de constructie was afgenomen. Deze kabels waren waarschijnlijk allemaal eerder dan de waargenomen knallen al gesprongen. De gebroken kabels zijn hierna opnieuw gespannen en verankerd. Vervolgens zijn controleberekeningen uitgevoerd en is vastgesteld dat de constructie aan de veiligheidsnormen voldoet.

Bij hetzelfde gebouw werden in 2015, in verband met de voorgenomen bevestiging van een hangsteiger aan de dakconstructie van het atrium, berekeningen gemaakt van de belastbaarheid van deze constructie. Uit deze berekeningen bleek dat de dakconstructie niet voldeed aan de huidige eisen. Daarop is de volledige constructie van het atrium opnieuw doorgerekend. Hieruit bleek dat deze op verschillende punten versterkt diende te worden. Voor deze aanpassingen is een versterkingsplan opgesteld, dat vervolgens is gecontroleerd door de BWT afdeling van de gemeente Maastricht. Naar aanleiding van deze controle zijn nog aanpassingen gemaakt aan het plan. Hierna zijn de versterkingen uitgevoerd door de eigenaar.

5.2.5 Platte daken – wateraccumulatie: diverse gebouwen, meerdere gemeenten

Naar aanleiding van meerdere instortingen van platte daken door wateraccumulatie, heeft het toenmalige ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)¹³⁷ in 2004 een onderzoek ingesteld naar die problematiek bij publiek toegankelijke gebouwen.¹³⁸ Hierbij werd duidelijk dat bij ongeveer 3000 van dergelijke gebouwen het instortingsgevaar door wateraccumulatie onvoldoende werd beheerst. Daarnaast bleek dat de betreffende bouwvoorschriften onvoldoende duidelijk waren.

Op basis van dit onderzoek is de bewuste regelgeving verbeterd en uitgebreid. Tevens is een zogenoemde 'Nederlandse Praktijkrichtlijn' (NPR 6703) uitgebracht, die een aanvullende en vereenvoudigde rekenmethode biedt voor het berekenen van de belasting van een plat dak.¹³⁹ Vervolgens zijn veel bestaande dakconstructies gecontroleerd en indien nodig aangepast. In veel gevallen bleek het nodig om de uitvoering of de locatie van de noodafvoeren aan te passen. Deze aanpassingen zijn uitgevoerd onder toezicht van de overheid.

5.2.6 Overige problematiek: Voetbalstadion, Breda (2014)¹⁴⁰

In 2014 werden door een toevallige waarneming scheuren aangetroffen in de dragende betonconstructie van de tribune van een voetbalstadion in Breda. Bij nader onderzoek bleek dat bij het ontwerp de belastbaarheid van de constructie overschat was, waarschijnlijk door gebruik van een te eenvoudig rekenmodel. Hierbij bestond het risico dat de belasting de belastbaarheid van de tribune zou overschrijden. Naar aanleiding

¹³⁷ In 2010 is dit ministerie opgeheven en zijn haar taken ondergebracht bij verschillende andere ministeries, waaronder het ministerie van BZK.

¹³⁸ Tweede Kamer, vergaderjaar 2003-2004, 29 200 XI, nr. 116.

¹³⁹ NPR 6703:2006 NL, *Wateraccumulatie – Aanvullende rekenregels en vereenvoudigingen voor het belastingsgeval regenwater in NEN 6702*.

¹⁴⁰ Informatie verkregen van BWT Breda.

van deze bevindingen is extra wapening aangebracht in de tribuneconstructie, waardoor de belastbaarheid van de constructie vergroot is.

Daarnaast werd er tijdens een onderhoudsinspectie schade aan diverse verbindingen in de dakconstructie geconstateerd. Bij het onderzoek naar de oorzaak van de schade ontstonden er twijfels over de kipstabiliteit¹⁴¹ van de gordingen in de dakconstructie. Naar aanleiding van deze twijfels is de constructie herberekend, waarna bleek dat de kipstabiliteit onvoldoende was. De verbindingen zijn hersteld en de kipstabiliteit van de gordingen is daarna verbeterd door ze onderling te verbinden met stalen stangen.

Bij de helft van de gesignaleerde voorvallen kon door ingrijpen worden voorkomen dat constructieve gebreken tot een instorting konden leiden. In sommige gevallen gaf het gebouw waarschuwingssignalen af, in andere gevallen werd ingegrepen nadat er constructieve gebreken bij een soortgelijk gebouw waren geconstateerd of nadat er een herberekening plaatsvond in verband met aanpassing van de constructie.

5.3 Voorvallen die wel tot instorting hebben geleid

Bij de helft van de gesignaleerde gevallen (30 van de 60) leidden de constructieve problemen wel tot een instorting. In sommige gevallen is dit te verklaren doordat het gebouw geen opvallende, waarneembare gebreken liet zien en er ook geen sprake was van waarschuwingssignalen bij soortgelijke gebouwen. In andere gevallen waren dergelijke signalen er wel, maar werden ze niet tijdig onderkend of opgepakt. Ter illustratie zijn zes van dergelijke gevallen hieronder beknopt beschreven.

5.3.1 Gevelbekleding: Hotel, Rotterdam (2005)¹⁴²

In mei 2005 zijn vroeg in de ochtend vier gevelplaten van een hotel in Rotterdam naar beneden gevallen op een doorgaans drukke looproute. Daarbij zijn geen gewonden gevallen. Het gebouw is gebouwd in 1963 en is een betonconstructie met natuurstenen gevelplaten. Nadat deze gevelplaten naar beneden waren gevallen, is de omgeving afgezet en zijn er enkele gevelplaten gestut of verwijderd. Uit onderzoek bleek dat de horizontale voegen tussen de platen waren dichtgesmeerd met harde cementmortel. Hierdoor hingen de platen niet vrij op de eigen ankers, maar steunden de bovenliggende platen deels op de plaat eronder. De ankers van de onderste platen konden dit niet meer aan en braken af, waardoor de onderste platen naar beneden vielen.

¹⁴¹ Kipstabiliteit is de weerstand die een ligger heeft tegen draaien om de lengte-as onder invloed van een belasting op buiging.

¹⁴² Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

5.3.2 Vloeren: Parkeergarage boven supermarkt, Wormerveer (2018)¹⁴³

In 2018 stortte een gedeelte van de verdiepingsvloer van een parkeergarage in Wormerveer in. De parkeergarage was gebouwd in 2009-2010 en bevond zich boven een supermarkt. Uit onderzoek bleek dat de directe oorzaak van de instorting het bezwijken van een lasverbinding tussen een hoedligger¹⁴⁴ en een kolom was. De las bleek aanzienlijk te licht ontworpen en ook lichter uitgevoerd dan ontworpen. Doordat de las te zwak was, is daarin op een zeker moment een scheur ontstaan. Deze scheur heeft zich in de loop der jaren uitgebreid, waardoor uiteindelijk de verbinding van de ligger met de kolom bezweek. Bij het niet-tijdig opmerken van de scheurvorming heeft mogelijk meegespeeld dat de bewuste liggers niet zichtbaar zijn omdat ze zich in de vloer bevinden. Uit onderzoek bleek dat ook de lassen bij de andere liggers te zwak waren uitgevoerd.

Onder regie van het ministerie van BZK is vervolgens onderzocht in hoeverre sprake is van een structureel probleem en of (landelijke) acties of maatregelen nodig zijn. Volgens dit onderzoek¹⁴⁵ betrof het falen van de hoedligger bij het voorval in Wormerveer een uitzonderlijke situatie en is er geen sprake van een landelijke systeemfout bij hoedliggers.

5.3.3 Balkons/galerijen: Appartementencomplex, Maastricht (2003)¹⁴⁶

Op 24 april 2003 zijn vijf balkons van een appartementencomplex in Maastricht naar beneden gestort. Twee bewoners die zich op dat moment op één van de balkons bevonden, kwamen hierbij om het leven. Het appartementencomplex was een aantal maanden eerder, in 2002, opgeleverd. De hoekwoningen van het complex hebben uitkragende balkons. Deze balkons waren op twee punten bevestigd aan de verdiepingsvloer en hadden een derde draagpunt aan de zijkant: een stalen kolom. De oorzaak van de instorting was het bezwijken van de ondersteuning van de stalen kolom op de begane grond. De kolommen waren in de uitvoering anders uitgevoerd dan in het oorspronkelijke ontwerp. Hierdoor steunde de kolom op de begane grond op een betonnen balk (nok), in plaats van op de keldervloer. Het bezwijken van deze betonnen nok heeft tot de instorting geleid.

5.3.4 Dragende constructie: Parkeerdek op evenementenhal, Tiel (2002)¹⁴⁷

Bij een inmiddels afgebroken hotel in Tiel bevond zich een evenementenhal waarvan het dak is uitgevoerd als parkeerdek. Van dat parkeerdek, gebouwd in 1986, is in 2002 een gedeelte van 13 bij 40 meter ingestort. Op het ingestorte deel stonden vijftien auto's. Er vielen geen slachtoffers omdat er zich ten tijde van de instorting geen mensen in de evenementenhal of op het parkeerdek bevonden. De directe oorzaak van het voorval was het verbuigen van een stalen randligger, doordat de ligger niet op de centrale as,

maar excentrisch werd belast. Het betrof een ontwerpfout: er misten verstijvingsschotten in de randligger, waardoor de randligger kon verdraaien. Daarnaast hadden de

¹⁴³ Adviesbureau ir. J.G. Hageman, *Gedeeltelijke instorting 2e verdiepingsvloer parkeergarage Dekamarkt te Wormerveer, Rapport 10076-1-0 Onderzoek naar de oorzaak*, maart 2019.

Pieters Bouwtechniek, *Parkeergarage Wormerveer – Beoordeling onderzoeken en rapportages*, september 2019.

¹⁴⁴ Stalen balk waarvan de doorsnede de vorm van een hoed heeft.

¹⁴⁵ Tweede Kamer, vergaderjaar 2019-2020, 28325, nr. 214.

¹⁴⁶ Van Herwijnen, 2009. CUR Bouw & Infra, 2010.

¹⁴⁷ Van Herwijnen, 2009. CUR Bouw & Infra, 2010.

vloerplaten verankerd moeten zijn aan de randligger. Ook was het bewuste deel van de dragende constructie anders uitgevoerd in de bouw dan in het oorspronkelijke ontwerp was opgenomen en waarop de bouwvergunning was gebaseerd.

5.3.5 Platte daken – wateraccumulatie: Woonwarenhuis, Amsterdam (2002)¹⁴⁸

Bij de vestiging van een woonwarenhuis in Amsterdam-Zuidoost is in 2002 tijdens hevige regenval een deel van het dak ingestort. Dit gebeurde rond 19.00 uur, vlak na sluitingstijd. Niemand raakte gewond, maar de showroom op de eerste etage raakte zwaar beschadigd. Door de instorting is tevens de hoofdleiding van de sprinklerinstallatie gesprongen, waardoor circa 60.000 liter water de woonwinkel is ingestroomd. De oorzaak bleek te zijn dat zowel het reguliere als het noodstelsel voor de afvoer van het hemelwater onvoldoende gedimensioneerd waren. Het afschot van het dak was onder andere te gering en de noodafvoeren waren te hoog aangebracht.

5.3.6 Overige problematiek: Werftrap, Utrecht (2006)¹⁴⁹

Langs de Oudegracht in Utrecht bevinden zich laaggelegen 'werven' die via werftrappen toegankelijk zijn. Tijdens het slotconcert van de Muzikale Botenparade in 2006 is één van deze werftrappen bezweken. Op de trap bevonden zich op dat moment ongeveer 20 tot 25 personen. Door de instorting is één persoon overleden en raakten negentien personen (ernstig) gewond. De trap, die in 1986 was gebouwd, betrof een uit hardhout gemaakte bordestrap. Het bordes werd ondersteund door twee horizontale houten regels, die met een pen/gat-verbinding waren verbonden aan twee verticale houten stijlen.

De directe oorzaak van het ongeval was het bezwijken van de pen/gat-verbindingen tussen de regels en de stijlen. Dat bezwijken was het gevolg van een ontwerpfout: het op trek belaste deel van de pennen was maar 23 millimeter lang, terwijl minimaal 112 millimeter was voorgeschreven. Er was geen sprake van achterstallig onderhoud of een anderszins slechte technische staat. Voor de trap – die vrij toegankelijk was voor het publiek – was wel een bouwvergunning afgegeven, maar daarbij is de constructieve veiligheid niet beoordeeld. Ook was er bij de fabricage en plaatsing van de trap geen toezicht.

Bij de helft van de gesignaleerde voorvallen hebben constructieve gebreken daadwerkelijk tot een instorting geleid. In sommige gevallen waren er voor de instorting geen waarschuwingssignalen. In andere gevallen waren er wel signalen, maar zijn deze niet tijdig opgepakt.

¹⁴⁸ CUR Bouw & Infra, *Falende constructies: case-onderzoek naar structurele oorzaken van falen en maatregelen die dat tegengaan*, 2010.

¹⁴⁹ Van Herwijnen, 2009. CUR Bouw & Infra, 2010.

5.4 Signaleren van voorvallen

In Nederland bestaat geen systeem om voorvallen rond constructieve veiligheid te registreren en analyseren. Hierdoor is er in Nederland geen actueel overzicht van dergelijke voorvallen en hun oorzaken. Dit betekent dat het momenteel ook niet structureel geregeld is dat uit dergelijke voorvallen lering wordt getrokken en dat de lessen die hieruit volgen, worden verspreid. Om structureel te kunnen leren van voorvallen is het daarnaast van belang om de voorvallen niet alleen te registreren, maar om ook te bezien of de huidige gehanteerde normen en standaarden nog wel volstaan.

In het verleden zijn er wel aanzetten geweest voor een dergelijk systeem. In de periode 2007-2011 bestond het Aanpak Bouwincidenten Constructieve veiligheid (ABC) meldpunt. Het meldpunt publiceerde periodiek de geanonimiseerde meldingen op zijn website. De analyses en aanbevelingen werden gecommuniceerd via een digitale nieuwsbrief. Bij de evaluatie van het meldpunt in 2011 bleek dat de toegevoegde waarde van het meldpunt onduidelijk was. Ondanks het feit dat de meeste ondervraagden het meldpunt relevant vonden, was het meldpunt niet algemeen bekend en bereikten de aanbevelingen slechts weinig mensen.¹⁵⁰ Daarnaast waren er in de periode 2008-2011 in totaal slechts 188 meldingen binnengekomen, terwijl gerekend was op 150 meldingen per jaar. Hierdoor was het voor het meldpunt niet mogelijk om uitspraken te doen over trends in de bouw als geheel, wat wel een van de doelen was van het meldpunt.¹⁵¹ Vervolgens is het meldpunt na 2011 opgeheven. In Nederland worden nu alleen arbo-ongevallen bijgehouden door de Inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

In het Verenigd Koninkrijk bestaat wel een registratiesysteem voor incidenten op het gebied van constructieve veiligheid: CROSS.¹⁵² Sinds 2005 worden via het meldpunt van dit systeem voorvallen van ernstige constructieve problemen verzameld. Voorvallen worden geanalyseerd en de lessen die hieruit worden getrokken, worden gepubliceerd. Het doel hiervan is het voorkomen van voorvallen in de toekomst. In de jaren 2017 en 2018 zijn er in totaal circa 180 voorvallen gemeld.¹⁵³ Dit aantal is exclusief de voorvallen die via openbare bronnen door CROSS worden verzameld (gemiddeld twintig per jaar). Het aantal bij CROSS gemelde voorvallen stijgt jaarlijks. Er is geen meldplicht voor partijen om voorvallen bij CROSS te melden. Uit een analyse van alle gemelde voorvallen sinds 2005 blijkt dat de achterliggende oorzaak van het constructieve probleem bij circa een kwart van de gemelde voorvallen (23%) in de gebruiksfase ontstaat. De rest van de voorvallen vindt zijn oorsprong in de ontwerp- of uitvoeringsfase. Omdat CROSS van mening is dat problemen met constructieve veiligheid van internationaal belang zijn, is er ook een internationale tak opgericht (CROSS International), en hebben enkele andere landen al een eigen CROSS-systeem gerealiseerd (onder andere Australië en de Verenigde Staten).¹⁵⁴ De CROSS-rapportages vanuit de verschillende landen worden in een centrale database opgeslagen, zodat er maximaal van voorvallen geleerd kan worden.

¹⁵⁰ CUR Bouw & Infra, *Constructieve veiligheid - evaluatie ABCmeldpunt, structurele verbetering?*, 2011.

¹⁵¹ <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2011/10/grotere-bekendheid-abc-meldpunt-nodig-101180760>, geraadpleegd 16 juli 2020.

¹⁵² Confidential Reporting on Structural Safety; www.structural-safety.org.

¹⁵³ Het laatste beschikbare tweejaarlijks verslag is voor de jaren 2017/2018.

¹⁵⁴ Structural-Safety, *Structural-Safety Group Review 2017-2018*, mei 2019.

In Nederland wordt momenteel wel een meldpunt voor veiligheid-gerelateerde voorvallen ontwikkeld door de bouwsector.¹⁵⁵ Dit gebeurt naar aanleiding van het onderzoek dat de Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft verricht naar de instorting van de parkeergarage bij Eindhoven Airport.

Er bestaat in Nederland geen systeem meer om voorvallen rondom constructieve veiligheid te registreren en analyseren. In het Verenigd Koninkrijk bestaat een dergelijk systeem wel. Daar worden voorvallen via een meldpunt verzameld en geanalyseerd om er verbetermaatregelen uit af te leiden.

5.5 Vergelijkbaar voorval in buitenland

In 2006 heeft zich in Duitsland een instorting voorgedaan die in meerdere opzichten overeenkomsten vertoont met het voorval bij het AZ-stadion. Het betreft de instorting van het dak van de schaatsbaan in Bad Reichenhall. Op het moment van instorting bevonden zich ongeveer 50 mensen in het gebouw. Er vielen 15 doden en 34 mensen raakten gewond, van wie 3 ernstig. Er was die dag sprake van hevige sneeuwval, maar de dikte van de sneeuwlaag op het dak bevond zich nog onder het toegestane maximum en had niet tot instorting mogen leiden.¹⁵⁶

Het gebouw was op het moment van instorting 33 jaar in gebruik. Uit onderzoek bleek dat bij het ontwerp en in de uitvoering fouten waren gemaakt, onder andere in de berekening. Hierdoor was de belastbaarheid van de constructie lager dan voorzien. Daarnaast was er bij de fabricage van de houten spanten niet-watervaste lijm gebruikt, die verzwakt was door de luchtvochtigheid. Wat betreft de controle en het toezicht op de bouw had de bouwingenieur het gebruik van watervaste lijm niet duidelijk opgedragen en niet gecontroleerd of dit ook zo werd uitgevoerd. Tevens bleek er bij het onderhoud van het bouwwerk geen actie te zijn ondernomen op signalen van lekkage en condens, noch op advies van experts om de constructie diepgaander te onderzoeken. Grondig onderzoek had de gebreken hoogstwaarschijnlijk aan het licht gebracht.

Er kunnen hierbij meerdere parallellen gezien worden met de instorting bij het AZ-stadion. In beide gevallen gaat het om gebouwen waarin veel mensen samenkomen. Ook waren in beide gevallen de achterliggende oorzaken vergelijkbaar: door fouten in ontwerp en uitvoering was de belastbaarheid van de constructie bij oplevering al lager dan voorzien. Vervolgens is die belastbaarheid tijdens de gebruiksfase nog verder verminderd. Op deze verminderde belastbaarheid is niet adequaat geacteerd in de gebruiksfase. Voor beide gevallen geldt dat de gebreken gezien hadden kunnen worden als in de gebruiksfase een grondige inspectie had plaatsgevonden.

¹⁵⁵ TOPoverleg Veiligheid, *Reactie rapport 'Bouwen aan constructieve veiligheid; lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven'*, brief, oktober 2019.

¹⁵⁶ <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2006/01/dak-duitse-ijshal-bezwijkt-onder-sneeuwlast-101138634>, geraadpleegd 22 juli 2020.

Mede naar aanleiding van dit voorval is er in Duitsland een richtlijn opgesteld, die aanraadt de constructieve veiligheid van bouwwerken periodiek te toetsen, ook wanneer de staat van een bouwwerk daar geen concrete aanleiding toe geeft. In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op deze richtlijn.

In Duitsland is er naar aanleiding van een vergelijkbare instorting als het voorval bij het AZ-stadion een richtlijn opgesteld die periodieke toetsing van de constructieve veiligheid adviseert.

5.6 Conclusies andere voorvallen

Het gebeurt geregeld – in de afgelopen twintig jaar ten minste zestig keer – dat tijdens de gebruiksfase van een gebouw ernstige problemen met de constructieve veiligheid aan het licht komen. In ongeveer de helft van de geïnventariseerde gevallen is er op tijd actie ondernomen, doordat het bewuste bouwwerk gebreken liet zien die opgepakt zijn door de eigenaar of gebruiker, of doordat zich problemen openbaarden bij een bouwwerk, die aanleiding gaven om ook andere soortgelijke bouwwerken te controleren.

Er is echter niet altijd sprake van duidelijke signalen, ofwel deze worden niet op tijd onderkend en opgepakt. In de helft van de gevallen leidde dit tot een instorting. Het tijdig herkennen van signalen en hiernaar handelen kan dit risico van plotseling bezwijken van een constructie verminderen.

De in dit hoofdstuk genoemde voorvallen vormen slechts een deel van het werkelijke aantal probleemgevallen, vooral bij de voorvallen die niet tot een instorting hebben geleid. Dat komt omdat constructieve problemen niet systematisch gemeld en geregistreerd worden. Hierdoor worden die voorvallen ook niet breder onderzocht en geanalyseerd. Dat beperkt de mogelijkheden om structureel te leren van dergelijke voorvallen.

6 CONSTRUCTIEVE VEILIGHEID IN DE GEBRUIKSFASE

Het vorige hoofdstuk heeft laten zien dat de instorting bij het AZ-stadion niet op zichzelf staat. Er komen geregeld constructieve problemen in de gebruiksfase aan het licht. Dit roept de vraag op hoe constructieve veiligheid in de gebruiksfase geborgd is in Nederland, welke knelpunten er zijn en welke mogelijkheden om constructieve risico's beter te beheersen. Niet alleen bij voetbalstadions, maar bij gebouwen in het algemeen.

Dit hoofdstuk gaat eerst in op de rol van de eigenaar (in 6.1) en die van de overheid (in 6.2). Daarna wordt (in 6.3) beschreven in hoeverre er bij onderhoud aandacht is voor constructieve veiligheid. Ter illustratie wordt (in 6.4) bekeken hoe de overheid als gebouweigenaar hiermee omgaat. Daarna wordt (in 6.5) besproken hoe in het Verenigd Koninkrijk en in Duitsland constructieve veiligheid in de gebruiksfase geborgd is.

6.1 Rol van de eigenaar

Zoals in paragraaf 4.4 al is aangegeven, is een gebouweigenaar wettelijk verantwoordelijk voor de veiligheid van zijn gebouw. Deze paragraaf bekijkt welke rol de eigenaar heeft bij constructieve veiligheid, volgens de Woningwet en bouwnormen.

6.1.1 Verantwoordelijkheid op basis van de Woningwet

Wanneer een gebouw eenmaal in gebruik genomen is, moet een gebouw veilig blijven en veilig gebruikt kunnen worden. Daarom staat in artikel 1b tweede lid van de Woningwet dat een gebouw moet blijven voldoen aan de voorschriften voor bestaande bouw uit het Bouwbesluit. Deze verplichting is niet gericht aan een specifieke persoon, maar geldt voor iedereen die bevoegd is voorzieningen te treffen aan het gebouw. In de praktijk zal dit meestal de eigenaar zijn. Contractueel kan ook zijn vastgelegd dat de huurder of exploitant daarvoor zorg draagt.

Verder is in 2007 een zorgplicht opgenomen in artikel 1a van de Woningwet. Deze maakt expliciet dat de eigenaar (of gebruiker)¹⁵⁷ van een gebouw ervoor moet zorgen dat door het gebouw geen gevaar voor de gezondheid of de veiligheid ontstaat of voortduurt. De zorgplicht biedt een basis aan de gemeente om op te treden tegen situaties waarin sprake is van een (dreigend) gevaar voor de gezondheid of veiligheid, ook als daarbij (nog) geen sprake is van strijdigheid met specifieke voorschriften uit de Woningwet of het Bouwbesluit.¹⁵⁸

¹⁵⁷ In dit hoofdstuk zullen we ons verder richten op de gebouweigenaar, omdat die er altijd is.

¹⁵⁸ Tweede Kamer, vergaderjaar 2003–2004, 29 392, nr. 3

Hoe een eigenaar invulling geeft aan zijn zorgplicht voor constructieve veiligheid is in de wet- en regelgeving niet verder uitgewerkt. Ook wordt geen onderscheid gemaakt naar bijvoorbeeld de gebruiksfunctie van een gebouw.

6.1.2 Norm voor beoordelen constructieve veiligheid bestaande gebouwen

Een gebouw moet dus tijdens zijn hele levensduur veilig zijn. Voor het beoordelen van de constructieve veiligheid van bestaande bouwwerken verwijst het Bouwbesluit¹⁵⁹ sinds 2012 naar de norm NEN 8700.¹⁶⁰ In deze norm staan de wettelijk minimale betrouwbaarheidseisen waaraan constructies moeten voldoen bij verbouw. Ook worden in de norm grenzen gesteld waaronder bestaande constructies afgekeurd moeten worden.

Toetsen aan de NEN 8700 kan gezien worden als invulling van de zorgplicht van de eigenaar voor wat betreft constructieve veiligheid. Een eigenaar kan dit toetsen over het algemeen niet zelf: daarvoor moet hij een specialist inschakelen. Dat veronderstelt echter wel dat de eigenaar hiervoor een aanleiding ziet.

Bij wijzigingen in het gebruik of aan de constructie ('verbouw') is die aanleiding helder. Daarbuiten hangt het van de kennis en welwillendheid van de eigenaar af. Het gaat dan bijvoorbeeld om de mate waarin deze voldoende alert is op signalen van gebreken of een mogelijk onveilige situatie.

6.1.3 Advies voor periodieke inspectie van constructieve veiligheid

Vanuit de bouwsector is wel nagedacht wanneer een eigenaar de constructieve veiligheid van zijn gebouw zou moeten laten toetsen. Zo geeft het Kennisportaal Constructieve Veiligheid (KPCV)¹⁶¹ een aantal concrete aanleidingen: bijvoorbeeld na een bijzondere belasting; bij schade, grote vervormingen of mogelijke tekortkomingen; of bij veranderingen in de constructie.¹⁶²

Het KPCV stelt ook dat periodieke inspecties door een deskundige belangrijk zijn om vast te stellen of een gebouw nog steeds veilig kan worden gebruikt. Het KPCV adviseert de constructieve veiligheid regelmatig te inspecteren: elke vijf tot tien jaar, of eerder als voorgaande inspecties daartoe aanleiding geven. Het KPCV richt zich met name op partijen uit de bouwsector. Het is de vraag in hoeverre hun advies ook gebouweigenaren bereikt.

6.1.4 Verwachte levensduur van een constructie

Een andere mogelijke aanleiding voor een constructieve beoordeling is wanneer een gebouw op leeftijd raakt. Voor nieuwbouw stelt het Bouwbesluit eisen aan de levensduur

¹⁵⁹ Artikel 2.7 Bouwbesluit 2012: "Een bouwconstructie bezwijkt niet gedurende de in NEN 8700 bedoelde restlevensduur bij de fundamentele belastingcombinaties als bedoeld in NEN 8700." Voor nieuwbouw verwijst artikel 2.3 Bouwbesluit 2012 naar de NEN-EN 1990.

¹⁶⁰ NEN 8700 *Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen.*

¹⁶¹ Na enkele grote incidenten hebben verschillende grote spelers in de bouwpraktijk (overheidsopdrachtgevers, ingenieursbureaus, bouwbedrijven, kennisinstellingen) zich verenigd in het Kennisportaal Constructieve Veiligheid (KPCV). Dit kennisportaal beschrijft borgingsacties die partijen in verschillende fases van het bouwproces kunnen nemen op het gebied van constructieve veiligheid.

¹⁶² <https://kpcv.nl/borgingsacties/gebruik/beoordelen-bestaande-bouwwerken>, laatst bezocht op 26 mei 2020.

voor verschillende bouwdelen. Zo moet de constructie van een gebouw berekend worden op een ontwerp levensduur van 50 jaar.¹⁶³ Binnen deze periode moet een constructie of deel daarvan blijven functioneren zonder dat ingrijpend herstel nodig is. Daarbij wordt er wel van uitgegaan dat regulier onderhoud wordt uitgevoerd.¹⁶⁴ De beheer- en onderhoudssector blijkt voor de typische levensduur van een constructie zelfs uit te gaan van 60 tot 100 jaar.^{165, 166}

In de gebruiksfase is de eigenaar er wettelijk voor verantwoordelijk dat zijn gebouw geen gevaar oplevert voor de veiligheid of gezondheid. Hoe hij dit moet doen, is niet nader uitgewerkt. Vanuit de bouwsector adviseert het KPCV de constructieve veiligheid regelmatig te laten toetsen. De vraag is of dit advies ook gebouweigenaren bereikt.

6.2 Rol van de overheid

De overheid speelt slechts een beperkte rol in de gebruiksfase, zoals al in paragraaf 4.4.2 is opgemerkt. In deze paragraaf wordt gekeken naar gemeentelijk toezicht, de onderzoeksverplichting en het verplichte onderhoudsfonds voor woongebouwen met meerdere eigenaren.

6.2.1 Toezicht op bestaande bouw

De gemeente houdt toezicht op het blijvend naleven van de voorschriften van het bouwbesluit voor bestaande bouw (artikel 1b tweede lid Woningwet). Daarbij is specifiek aandacht voor brandveilig gebruik. Zoals is uitgelegd in paragraaf 4.4.2 wordt bij dit toezicht niet op constructieve veiligheid gecontroleerd.

De gemeente heeft een wettelijke bevoegdheid om de constructieve veiligheid van gebouwen te controleren. Dit toezicht is erop gericht te controleren of een gebouw blijft voldoen aan de eisen uit het Bouwbesluit en gebeurt in de praktijk eigenlijk alleen als er signalen zijn dat een gebouw niet meer voldoet aan deze eisen. Als er gebreken worden geconstateerd, dan kan de gemeente direct handhaven door bijvoorbeeld een last onder dwangsom op te leggen. Ook kan de gemeente bij herhaalde overtredingen en acuut gevaar besluiten een gebouw direct te sluiten¹⁶⁷ of een beheermaatregel te treffen. Daarmee neemt de gemeente het beheer van een gebouw over op kosten van de eigenaar.¹⁶⁸

¹⁶³ Artikel 2.2 Bouwbesluit 2012 en NEN-EN 1990, ontwerp levensduurklasse 4.

¹⁶⁴ In het rapport *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding* (november 2006) concludeerde de Onderzoeksraad dat noch eigenaren noch het bevoegd gezag het bewaken van de levensduur van een gebouw en zijn onderdelen voldoende invullen.

¹⁶⁵ Rijksgebouwendienst, *Handboek RgdBOEI@-inspecties - Deel 2a Bouwkunde*, 2012.

¹⁶⁶ ThiemeMeulenhoff bv, *Jellema 13 Asset- en onderhoudsmanagement vastgoed*, 4^e druk 2016.

¹⁶⁷ Artikel 17 Woningwet.

¹⁶⁸ Artikel 13b Woningwet.

Als er wel risico's zijn voor de gezondheid of veiligheid, maar nog geen voorschrift is overtreden, kan de gemeente ingrijpen op basis van artikel 1a van de Woningwet, waarin de zorgplicht van de eigenaar is opgenomen. Dit artikel, bedoeld als vangnet, is echter lastig toepasbaar, omdat een overtreding niet altijd objectief bepaalbaar is.

6.2.2 Onderzoeksverplichting

Sinds 2015 heeft de minister van Binnenlandse Zaken de mogelijkheid een onderzoeksverplichting op te leggen voor categorieën bouwwerken waarvan vast is komen te staan dat die een gevaar voor de gezondheid of de veiligheid kunnen opleveren.¹⁶⁹ Met deze onderzoeksverplichting wordt de bewijslast of een gebouw voldoende veilig is expliciet neergelegd bij de eigenaar. De bepaling is bedoeld als verduidelijking van de algemene zorgplicht uit artikel 1a eerste en tweede lid van de Woningwet.¹⁷⁰

Een onderzoeksverplichting heeft altijd een concrete aanleiding: een incident of een structureel gebrek dat bij meerdere soortgelijke gebouwen kan voorkomen. Als daaruit blijkt dat er bij een bepaalde gebouwcategorie evidente veiligheids- of gezondheidsrisico's zijn, kan landelijk worden voorgeschreven om bij soortgelijke bouwwerken te onderzoeken of dit gevaar ook daar aanwezig is. In een ministeriële regeling wordt dan vastgelegd voor welke categorieën bouwwerken de verplichting geldt, wat onderzocht moet worden en binnen welke termijn. Doet een gebouweigenaar dit niet, dan kan het bevoegd gezag een last onder dwangsom of een last onder bestuursdwang opleggen.

Tot nu toe is de onderzoeksverplichting drie keer toegepast: in 2015 voor galerijvloeren bij flatgebouwen, in 2016 voor roestvrijstalen dragende delen in zwembaden en in 2020 voor breedplaatvloeren bij grote gebouwen.¹⁷¹ De onderzoeksverplichting biedt dus een mogelijkheid om constructieve veiligheid in de gebruiksfase beter te borgen, zonder afhankelijk te zijn van de kennis of welwillendheid van de gebouweigenaar. Dit is een goede ontwikkeling. Tegelijk constateert de Onderzoeksraad dat deze aanpak incidentgedreven is, waarbij vooral naar directe, specifieke oorzaken wordt gekeken.

6.2.3 Verplichting onderhoudsfonds voor VvE's

Zoals in paragraaf 6.1 is aangegeven, schrijft wet- en regelgeving niet voor hoe een eigenaar invulling geeft aan zijn zorgplicht. Toch heeft de overheid voor (met name) particuliere eigenaren de afgelopen jaren wel een stap in deze richting gezet.

Vanaf 2008 zijn namelijk alle Verenigingen van Eigenaren (VvE's) van gebouwen met een woonfunctie verplicht om een reservefonds voor groot onderhoud te hebben.¹⁷² Daarnaast moeten vanaf 2018 de leden van de VvE er samen voor zorgen dat zij in dit reservefonds ook genoeg geld reserveren. De hoogte van dit bedrag moet gebaseerd zijn op een meerjarenonderhoudsplan, of minimaal 0,5 % van de herbouwwaarde van het gebouw zijn.¹⁷³ De verantwoordelijkheid voor het reserveren van voldoende geld ligt

¹⁶⁹ Artikel 1a derde lid Woningwet.

¹⁷⁰ Tweede Kamer, vergaderjaar 2013–2014, 33 798, nr. 3, blz. 11.

¹⁷¹ Artikel 5.11, 5.12 en 5.13 Regeling Bouwbesluit 2012.

¹⁷² Artikel 5:126 eerste lid BW.

¹⁷³ Artikel 5:126 tweede lid BW.

bij de eigenaren zelf; deze verplichting is niet afdwingbaar door de overheid.¹⁷⁴ De gemeente kan in bijzondere gevallen een VvE wel verplichten om een onderhoudsplan op te stellen en uit te voeren.¹⁷⁵

De Onderzoeksraad stelt vast dat de overheid met deze verplichting haar bevoegdheden – en daarmee ook haar publieke verantwoordelijkheid – in de gebruiksfase van gebouwen recent verruimd heeft. De verplichting geldt echter alleen voor woongebouwen met meerdere, vaak particuliere eigenaren. Voor woongebouwen met één (dan veelal commerciële) eigenaar en voor andere gebruiksfuncties ontbreekt een dergelijke verplichting.

De overheid speelt slechts een beperkte rol bij het borgen van de constructieve veiligheid in de gebruiksfase van een gebouw. De gemeente is wel bevoegd de constructieve veiligheid van bestaande gebouwen te controleren, maar doet dit in de praktijk alleen bij concrete signalen van gebreken. Als bij bepaalde categorieën gebouwen evidente veiligheidsrisico's zijn, kan de overheid eigenaren verplichten onderzoek te doen. Ook dit is incidentgedreven. Verenigingen van Eigenaren van woongebouwen moeten een onderhoudsfonds hebben. Voor andere gebouwen ontbreekt een dergelijke verplichting.

6.3 Onderhoud en constructieve veiligheid

In paragraaf 6.1.1 werd aangegeven dat een eigenaar moet zorgen dat door zijn gebouw geen gevaar ontstaat voor gezondheid of veiligheid. Onderhoud is een noodzakelijke voorwaarde hiervoor. Deze paragraaf beschrijft hoe constructieve veiligheid in onderhoud wordt meegenomen.

6.3.1 Aanpak van onderhoud

Onderhoud kan op verschillende manieren gebeuren. De meest basale manier is correctief onderhoud. Daarbij gebeurt het onderhoud pas na klachten of geconstateerde gebreken.

Om klachten en schade voor te zijn, plegen de meeste eigenaren ook preventief onderhoud. Voor buitenschilderwerk en gebouwinstallaties gebeurt dit meestal tijdsafhankelijk, eens in de zoveel jaar of na een bepaalde gebruiksduur. Voor andere onderdelen van een gebouw is toestandsafhankelijk onderhoud meer geschikt. Daarbij wordt de conditie van het bouwdeel vergeleken met een normwaarde of afkeurgrens. Hiervoor zijn regelmatige inspecties nodig.

¹⁷⁴ Tweede Kamer, vergaderjaar 2016–2017, 34 479, nr. 6.

¹⁷⁵ Artikel 12d Woningwet.

Vijverberg¹⁷⁶ stelde al in 1989 dat voor onderdelen van een gebouw die bij falen de veiligheid of gezondheid in het geding kunnen brengen, correctief onderhoud geen optie is. In lijn met artikel 1a van de Woningwet kan gesteld worden dat voor gebouwonderdelen die een rol spelen bij de constructieve veiligheid, er dus sprake zou moeten zijn van preventief, toestandsafhankelijk onderhoud.

6.3.2 Meerjarenonderhoudsplan

Preventief, toestandsafhankelijk onderhoud veronderstelt een planmatige aanpak met periodieke inspecties. Dit kan met een meerjarenonderhoudsplan. Hierin wordt per onderdeel van een gebouw beschreven welke inspecties en onderhoudsactiviteiten wanneer uitgevoerd zullen worden en welke kosten daarvoor geraamd zijn.

De systematiek van meerjarenonderhoudsplannen op basis van conditiemetingen komt uit het Verenigd Koninkrijk. De methode is eind jaren zeventig van de vorige eeuw in Nederland geïntroduceerd.¹⁷⁷ Sindsdien werken woningcorporaties ermee, net als overheden, onderwijs- en zorginstellingen. Inmiddels is deze aanpak voor professionele¹⁷⁸ gebouweigenaren gebruikelijk.

Ook veiligheid en gezondheid zijn aandachtspunten in meerjarenonderhoudsplannen. Daarbij ligt de nadruk echter op veilige omstandigheden tijdens onderhoudswerk, brandveiligheid en binnenmilieu (asbest, legionella).¹⁷⁹

Constructieve veiligheid is van oudsher geen vanzelfsprekend onderdeel van meerjarenonderhoudsplannen.¹⁸⁰ Inspecties zijn gericht op gebreken per bouwdeel en worden uitgevoerd door inspecteurs met een algemene bouwkundige achtergrond. Voor een oordeel over de constructieve staat van een gebouw is echter ook een meer integrale beschouwing nodig vanuit de kennis van een constructeur.

Onderhoud is een noodzakelijke voorwaarde voor het in veilige staat houden van een gebouw. Om onveilige situaties te voorkomen, zou voor gebouwonderdelen die een rol spelen bij constructieve veiligheid sprake moeten zijn van planmatig onderhoud op basis van periodieke inspecties. In meerjarenonderhoudsplannen is constructieve veiligheid echter geen vanzelfsprekend onderdeel.

¹⁷⁶ Vijverberg, *Op weg naar systematisch beheer en onderhoud in de sociale huursector*, 1989.

¹⁷⁷ NEN 2767-1+C1:2019 *Conditiemeting gebouwde omgeving – Deel 1: Methodiek*.

¹⁷⁸ Professioneel in de zin van: beroepsmatig, niet-particulier.

¹⁷⁹ ThiemeMeulenhoff bv, *Jellema 13 Asset- en onderhoudsmanagement vastgoed*, 4^e druk 2016.

¹⁸⁰ Hierin lijkt binnen de onderhoudssector verandering te komen, zie NEN 2767 en Jellema 13, 4^e druk.

6.4 De overheid als gebouweigenaar: BOEI-methodiek en aanpak ProRail

De overheid is zelf ook gebouweigenaar. Twee grote partijen die betrokken zijn bij het onderhoud van deze gebouwen zijn het Rijksvastgoedbedrijf en ProRail. Ter illustratie bekijkt deze paragraaf hoe zij omgaan met constructieve veiligheid bij het onderhoud van hun gebouwen.

6.4.1 Constructieve veiligheid in onderhoud van Rijksvastgoed: de BOEI-methodiek

Het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van alle kantoren, kazernes, rechtbanken, gevangenissen en musea van het Rijk. Met circa 8000 objecten gaat het om de grootste en meest diverse vastgoedportefeuille van Nederland.¹⁸¹

In 2009 heeft het RVB, toen nog Rijksgebouwendienst, een eigen methode voor planmatig onderhoud ontwikkeld. Deze BOEI-methodiek¹⁸² streeft naar een consistente manier van inspecteren, om zo te komen tot objectieve, betrouwbare inspectiegegevens.

De BOEI kent integrale inspecties op vier thema's: brandveiligheid, onderhoud, energie en duurzaamheid, en inzicht in wet- en regelgeving. De inspecties vinden elke drie tot zes jaar plaats. Daarbij wordt op basis van zintuigelijke waarnemingen en eenvoudige testen de conditie van bouwdelen bepaald. Er wordt in principe geen destructief onderzoek gedaan. In handboeken is per bouwdeel aangegeven wat de relevante inspectiepunten en gebreken voor elk BOEI-thema zijn.

Ook constructieve gebreken zijn opgenomen in de BOEI-handboeken. Als bij een BOEI-inspectie een scheur of corrosie gezien wordt, wordt dit dus geregistreerd en opgenomen in het onderhoudsplan. Met vragen kan de inspecteur terecht bij constructie-experts van het RVB. Ook de dagelijks beheerder van het gebouw kan, bij signalen of incidenten, deze experts inschakelen.

Een integrale inspectie en beoordeling van de constructie maakt echter geen deel uit van de reguliere BOEI-aanpak en -cyclus. Het RVB geeft als redenen hiervoor dat bij een BOEI-inspectie alleen het zichtbare deel van de constructie wordt geïnspecteerd, en dat beslaat meestal maar een klein gedeelte van de totale constructie. Ook is de ernst van een gebrek niet altijd goed in te schatten met alleen een visuele inspectie en zijn er weinig of geen visuele classificaties en grenswaarden om de ernst van constructieve schade te bepalen.¹⁸³

¹⁸¹ <https://www.rijksvastgoedbedrijf.nl/over-ons>, laatst bezocht op 15 juni 2020.

¹⁸² Rijksvastgoedbedrijf, *Handboek RVB BOEI-inspecties – Deel 1 Algemeen*, 2018; Rijksgebouwendienst, *Handboek RgdBOEI@-inspecties – Deel 2a Bouwkunde*, 2012; en Rijksgebouwendienst, *Handboek RgdBOEI-inspecties – Deel 3 Van inspecties naar een MUP*, 2010.

¹⁸³ Rijksvastgoedbedrijf, *Handboek RgdBOEI@-inspecties – Deel 2a Bouwkunde*, 2012 p.334.

6.4.2 Constructieve veiligheid in onderhoud van stationsgebouwen: ProRail

Een andere aan de rijksoverheid gelieerde organisatie die zich bezig houdt met beheer en onderhoud van gebouwen is ProRail.¹⁸⁴ ProRail bezit en beheert samen met NS Stations alle stations van Nederland.¹⁸⁵ Stationsoverkappingen worden, net als tribunedaken, vaak sterk dynamisch belast door bijvoorbeeld wind en trillingen. Bovendien komen er op stations veel mensen: op Utrecht Centraal en Amsterdam Centraal checken dagelijks meer dan 190.000 mensen in en uit.¹⁸⁶

ProRail geeft aan dat in zijn meerjarenonderhoudsplannen constructieve veiligheid expliciet aandacht krijgt. In principe wordt elke constructie ieder jaar visueel geïnspecteerd. Als er daarbij signalen zijn van problemen met de constructie, worden verdergaande constructieve inspecties gedaan. Ook de leeftijd van een gebouw kan aanleiding geven voor een meer diepgaande inspectie. Een paar jaar voor een gepland onderhoudsmoment vindt nog een inspectie plaats. Dan wordt bepaald of het onderhoud doorgaat als gepland, of dat het eerder of later kan of moet gebeuren. Er is dus sprake van een getrapte aanpak.

De BOEI-methodiek van het Rijksvastgoedbedrijf biedt een uitgebreide basis voor planmatig onderhoud. Een integrale inspectie en beoordeling van de constructie maakt echter geen deel uit van de reguliere BOEI-aanpak en -cyclus. Bij het onderhoud van stationsgebouwen en overkappingen is er aandacht voor constructieve veiligheid. ProRail gebruikt hiervoor een getrapte aanpak van periodieke inspecties.

6.5 Constructieve veiligheid in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland

Hoe borgen andere landen constructieve veiligheid in de gebruiksfase van gebouwen? Deze paragraaf bekijkt twee voorbeelden van richtlijnen uit het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

¹⁸⁴ ProRail B.V. is een niet-beursgenoteerde vennootschap, met de Nederlandse Staat als enige aandeelhouder. Dit aandeelhouderschap is ondergebracht bij het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Er zijn plannen om ProRail om te vormen tot een zelfstandig bestuursorgaan (zbo).
<https://www.prorail.nl/overheden/wie-zijn-we/organisatie>, laatst bezocht op 24 juni 2020.

¹⁸⁵ Over het algemeen is NS Stations de eigenaar wanneer het station deels een commerciële functie heeft. Wanneer een station alleen een 'transferfunctie' heeft, is ProRail de eigenaar. Van de ongeveer 400 stations in Nederland hebben er ongeveer 100 een stationsgebouw. Daarnaast zijn er circa 350 overkappingen.

¹⁸⁶ <https://www.treinreiziger.nl/aantal-in-en-uitstappers-per-station-2013-2018/>, laatst bezocht op 15 juli 2020.

6.5.1 Richtlijnen voor accommodaties bij sportvelden (Verenigd Koninkrijk)

Na enkele rampen in voetbalstadions, met name het voorval in het Ibrox-stadion in 1971 waarbij 66 mensen om het leven kwamen, nam het Verenigd Koninkrijk stappen om veiligheid bij sportvelden beter te borgen. Daarvoor heeft de *Sports Grounds Safety Authority* (SGSA) de zogenaamde *Green Guide* opgesteld.¹⁸⁷ Deze bevat richtlijnen voor het ontwerp en beheer van toeschouwersaccommodaties bij sportvelden.¹⁸⁸

De nadruk lag aanvankelijk op veiligheid van mensenmassa's. Maar na onder andere aanbevelingen van de *Standing Committee on Structural Safety* (SCOSS)^{189, 190} besteedt de *Green Guide* ook aandacht aan constructieve veiligheid. Zo moet de gebouwbeheerder zorgen dat het juiste onderhoud wordt uitgevoerd, dat er een inspectie- en testprogramma is en dat resultaten en maatregelen worden vastgelegd. Voor elk evenement moet de constructie geïnspecteerd worden op schade, corrosie of vervormingen die een gevaar kunnen vormen voor het publiek. Ook moeten alle constructieonderdelen jaarlijks uitvoerig geïnspecteerd worden door een gekwalificeerd persoon.

De *Green Guide* adviseert ook om periodiek een gedetailleerde constructieve beoordeling uit te laten voeren door een vakbekwame register-constructeur. Deze moet onder andere de ontwerp-belastingfactoren, de mate van redundantie, het risico van een disproportionele instorting en de consequenties van falen beschouwen. Voor grote sportgebouwen adviseert de SCOSS om deze gedetailleerde constructieve beoordeling elke zes tot tien jaar te doen.

De *Green Guide* is een adviesdocument zonder directe wettelijke werking. De richtlijnen worden echter verplicht wanneer lokale bevoegde gezagen ze als voorwaarden verbinden aan veiligheidscertificaten van grote sportaccommodaties.¹⁹¹ Het Verenigd Koninkrijk kent geen algemene verplichting tot periodieke constructieve beoordeling van gebouwen.

SCOSS heeft hier in 1999 wel een aanbeveling voor gedaan; met name voor gebouwen waar veel mensen samenkomen.¹⁹² Naar aanleiding van de brand in de Grenfell Tower in 2017 heeft SCOSS opnieuw aanbevolen om een periodieke constructieve beoordeling op te nemen in de bouwwetgeving.

187 Sports Grounds Safety Authority, *Guide to safety at sports grounds 6th edition (Green Guide)*, 2018.

188 De Safety of Sports Grounds Act 1975 hanteert de volgende definitie voor sportveld: 'A place where sports or other competitive activities take place in the open air, and where accommodation has been provided for spectators, consisting of artificial structures or of natural structures artificially modified for the purpose.'

189 De SCOSS evalueert als Vaste Commissie voor Constructieve Veiligheid continu bouw- en civieltechnische zaken die de veiligheid van constructies beïnvloeden, om zo trends te identificeren waar de bouwsector mogelijk onvoldoende borging biedt tegen falen. De commissie wordt gefinancierd door beroepsverbanden uit de bouwsector en ondersteund door de overheid.

190 The Standing Committee on Structural Safety, *SCOSS Twelfth Report; Structural Safety 1997-99: Review and recommendations; Safety of sports stadia structures*, 1999.

191 Sportaccommodaties waar meer dan 10.000 bezoekers tegelijk aanwezig kunnen zijn (artikel 1, eerste lid Safety of Sports Grounds Act 1975).

192 SCOSS 1999 Section 2.4: "Owners and operators of buildings and other structures should arrange for periodic inspections and structural appraisals to ensure that their safety is adequate as they continue in use; this process is particularly important for structures where large numbers of people may congregate."

6.5.2 Richtlijnen voor periodieke beoordeling van constructies (Duitsland)

De instorting van de schaatsbaan in Bad Reichenhall (zie paragraaf 5.5) begin 2006 leidde in Duitsland tot een breder onderzoek naar de borging van constructieve veiligheid van gebouwen. In die winter van 2005-2006 stortten meerdere daken in onder sneeuwbelasting. Sneeuw bleek daarbij slechts het laatste zetje geweest te zijn: meer dan de helft van de onderzochte ingestorte hallen vertoonden gebreken vanuit ontwerp, uitvoering en gebruik.

In september 2006 kwamen er daarom landelijke richtlijnen voor het periodiek beoordelen van constructies.¹⁹³ Aanvankelijk waren deze alleen bedoeld voor gebouwen waar veel mensen samenkomen,¹⁹⁴ maar in 2010 zijn ze uitgebreid naar alle typen gebouwen.¹⁹⁵ De richtlijnen geven aan hoe een eigenaar de constructie van zijn gebouw kan (laten) toetsen. Dit gebeurt met een getrapte aanpak van periodieke inspecties. Het doel van deze inspecties is om gebreken tijdig te herkennen, zodat maatregelen genomen kunnen worden.

Hoe vaak er geïnspecteerd moet worden, hangt af het type gebouw. Voetbalstadions vallen bijvoorbeeld in de hoogste risicoklasse. Hiervoor wordt het volgende aangeraden:

- Elke 1 tot 2 jaar een controle op duidelijke schade, door de eigenaar;
- Elke 2 tot 3 jaar een visuele inspectie door een vakman; en
- Elke 6 tot 9 jaar een grondige toets door een specialist.

Ook wijzigingen aan het gebouw of bijzondere belastingen zouden aanleiding moeten zijn voor een inspectie.

Door deze richtlijnen te volgen geeft een eigenaar invulling aan zijn zorgplicht (*Verkehrssicherungspflicht*). De richtlijnen zijn echter niet juridisch bindend. Er is dus ook geen periodieke controle door bouwtoezicht of eigenaren zich eraan houden. Bij het opstellen van de eerste richtlijnen door de overheid werd echter wel verwacht dat rechtbanken bij straf- en civielrechtelijke zaken eigenaren op basis van de richtlijnen zullen aanspreken, zodat op die manier de richtlijnen indirect alsnog bindend worden.

Zowel het Verenigd Koninkrijk als Duitsland kennen landelijke, vanuit de overheid geformuleerde richtlijnen voor het periodiek beoordelen van constructieve veiligheid in de gebruiksfase. Beide richtlijnen kennen een getrapte en proportionele aanpak. Zo raden ze aan om elke zes tot tien jaar een gedetailleerde constructieve beoordeling door een specialist te laten doen.

¹⁹³ Bauministerkonferenz (ARGEBAU), *Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/ Verfügungsberechtigten*; 2006.

¹⁹⁴ Het gaat om twee risicocategorieën. De eerste categorie betreft verzamelgebouwen voor meer dan 5000 personen (zoals voetbalstadions). De tweede categorie omvat gebouwen hoger dan 60 meter, gebouwen met overspanningen van meer dan 12 meter, gebouwen met uitkragingen groter dan 6 meter en gebouwen met grote daken. Hierbij horen ook uitstekende bouwdelen voor zover ze een bijzonder gevaar vormen.

¹⁹⁵ Verein Deutscher Ingenieure, *VDI 6200:2010-02 Standsicherheit von Bauwerken, Regelmäßige Überprüfung*, 2010. Deze richtlijn is bedoeld voor alle soorten bouwwerken, behalve infrastructurele.

Proportionaliteit via gevolgklassen

Ook Nederland kent een proportionele aanpak bij het toetsen van constructieve veiligheid. Daarbij hangt het gevraagde veiligheidsniveau af van de mogelijke gevolgen van het bezwijken van een constructie. Sinds de invoering van het Bouwbesluit 2012 gebeurt dit via gevolgklassen, ook wel *consequence classes* (CC) genoemd.¹⁹⁶ Aan deze gevolgklassen zijn betrouwbaarheidseisen gekoppeld. Voor elk van de gevolgklassen gelden aparte eisen voor nieuwbouw, verbouw en het afkeuren van een constructie.

Gevolgklasse	Omschrijving	Voorbeelden
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen), en/of zeer grote economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Hoogbouw (hoger dan 70 meter) Tribunes Tentoonstellingsruimten Concertzalen Grote openbare gebouwen*
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Woongebouwen Kantoorgebouwen Openbare gebouwen Industriegebouwen (drie of meer verdiepingen)
CC1	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Landbouwbedrijfsgebouwen Tuinbouwkassen Standaard eengezinswoningen Industriegebouwen (een of twee verdiepingen)

* Bedoeld zijn openbare gebouwen, waarin zich tegelijkertijd veel mensen kunnen ophouden en waarbij bij bezwijken van een essentieel onderdeel ineens een groot aantal mensen kan worden getroffen.

Tabel 3: Gevolgklassen.

6.6 Conclusies constructieve veiligheid in de gebruiksfase

In Nederland is de eigenaar wettelijk verantwoordelijk voor de veiligheid van zijn gebouw. Maar hoe hij deze verantwoordelijkheid moet invullen, is niet nader uitgewerkt. Een periodieke inspectie en beoordeling van de constructieve veiligheid is ook geen vanzelfsprekend onderdeel van meerjarenonderhoudsplannen. De overheid kijkt vooral incidentgedreven naar constructieve veiligheid in de gebruiksfase.

Na ongevallen met tientallen slachtoffers in sportcomplexen hebben zowel het Verenigd Koninkrijk als Duitsland landelijke, vanuit de overheid geformuleerde richtlijnen voor het periodiek beoordelen van constructieve veiligheid in de gebruiksfase opgesteld. Beide richtlijnen kennen een getrapte en proportionele aanpak, die aansluit bij de Nederlandse indeling van gebouwen in gevolgklassen.

7 NIEUWE ONTWIKKELINGEN

Hoofdstuk 7 beschrijft enkele actuele ontwikkelingen sinds het voorval bij het AZ-stadion. Deze worden naast de bevindingen van dit onderzoek gelegd: hoe aannemelijk is het dat ze de geconstateerde veiligheidsrisico's verminderen of zelfs volledig wegnemen?

7.1 Wet kwaliteitsborging voor het bouwen

Een belangrijke ontwikkeling die de borging van constructieve veiligheid tijdens het bouwproces raakt, is de wijze waarop het gemeentelijk bouw- en woningtoezicht in de toekomst zal worden uitgevoerd. Het gaat hierbij om de invoering van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb), vooralsnog voorzien op 1 januari 2022.¹⁹⁷ Doel van de wet is het introduceren van een nieuw stelsel waarmee de bouwkwaliteit tijdens het bouwproces beter geborgd wordt en daarmee de kwaliteit van de nieuwe bouwwerken wordt verbeterd. Uitgangspunt van het nieuwe stelsel is dat de markt zelf de verantwoordelijkheid draagt voor de kwaliteitsborging tijdens de bouw.

De wet leidt onder meer tot wijzigingen van de Woningwet en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo).¹⁹⁸ De vergunningplicht voor het bouwen van een bouwwerk vervalt en wordt vervangen door een meldingsplicht. Hiermee vervalt de preventieve toetsing aan de bouwtechnische voorschriften door de gemeente. De opdrachtgever moet in plaats daarvan tijdens de bouw gebruik maken van een instrument voor kwaliteitsborging.¹⁹⁹ Het instrument wordt toegepast door een private kwaliteitsborger, die wordt ingehuurd door de opdrachtgever van de bouw.²⁰⁰

De private kwaliteitsborger controleert de bouwwerkzaamheden aan de hand van het instrument voor kwaliteitsborging en toetst of het gerede bouwwerk voldoet aan de bouwtechnische voorschriften. Als het bouwwerk voldoet aan de gestelde voorschriften geeft de private kwaliteitsborger een verklaring af die de vergunninghouder bij de gereedmelding van het gebouw aan de gemeente overlegt. De gemeente doet geen inhoudelijke toetsing op deze verklaring, maar bekijkt alleen of deze compleet is.

¹⁹⁷ Kamerbrief van de minister van BZK, 20 mei 2020, kenmerk 2020-0000238632.

¹⁹⁸ Beide wetten gaan op in de Omgevingswet, waarvan ook is voorzien dat deze op 1 januari 2022 in werking treedt.

¹⁹⁹ Hoe dit instrument eruitziet, is niet voorgeschreven in de wet- en regelgeving. Logischerwijs zal dit de vorm hebben van een checklist, die digitaal wordt ingevuld door de kwaliteitsborger.

²⁰⁰ Kamerstukken II, vergaderjaar 2015-2016, 34 453, nr. 3.

De Wkb zal bij invoering vooralsnog alleen gelden voor gebouwen uit gevolgklasse 1²⁰¹, die nieuw worden gebouwd of worden verbouwd. Vooralsnog is de wet niet van toepassing voor bestaande gebouwen en voor nieuwbouw en verbouw van gebouwen in gevolgklassen 2 en 3, waarin onder andere publieke gebouwen (zoals scholen), hoogbouw en stadions vallen.

De Wet kwaliteitsborging voor het bouwen verandert de wijze van toezicht houden in de ontwerp- en uitvoeringsfase van de bouw. Vooralsnog is deze wet alleen van toepassing op de gebouwen van gevolgklasse 1, waarbij de gevolgen van een ongeval als beperkt worden ingeschat. De wet richt zich niet op de gebruiksfase van een gebouw. Hierdoor zal deze wet weinig invloed hebben op de in dit onderzoek geconstateerde veiligheidsrisico's.

7.2 Opgvolging aanbevelingen *Bouwen aan constructieve veiligheid*

In oktober 2018 heeft de Onderzoeksraad het rapport *Bouwen aan constructieve veiligheid* uitgebracht.²⁰² De aanleiding voor dit onderzoek was de gedeeltelijke instorting van het parkeergebouw bij Eindhoven Airport op 27 mei 2017. In het onderzoek bleek dat bevindingen en lessen uit eerdere onderzoeken naar (constructieve) veiligheidsincidenten in de bouwsector nog niet tot substantiële verbeteringen hadden geleid. Het baarde de Raad zorgen dat opdrachtgevers en opdrachtnemers nog te vaak elk bouwwerk – en ook elk incident – als uniek beschouwden, waardoor zij de lessen niet op zichzelf van toepassing achten.

In zijn aanbevelingen vroeg de Raad aandacht op drie terreinen: 1. Minder vrijblijvende *Governance Code Veiligheid in de Bouw*, 2. Het borgen van veiligheid en 3. Het organiseren van professionele tegenspraak. Deze aanbevelingen werden gericht aan respectievelijk de kerngroep *Governance Code Veiligheid in de Bouw*, het Opdrachtgeversforum in de bouw, Bouwend Nederland en de Vereniging Nederlandse Constructeurs.

In reactie op deze aanbevelingen hebben de aangeschreven partijen zich verenigd in het TOPoverleg Veiligheid.²⁰³ Ze spraken daarbij expliciet de ambitie uit om de verantwoordelijkheid voor veiligheid bij bouwprojecten te verduidelijken en leerervaringen te delen met als doel: geen onveilige bouwwerken of instortingen en geen dodelijke ongevallen of ongevallen met ernstig letsel. De door de Raad bepleite

²⁰¹ Artikel 1.43 Besluit kwaliteitsborging voor het bouwen. Kort gezegd gaat gevolgklasse 1 over gebouwen waarbij in geval van falen de maatschappelijke gevolgen beperkt zijn. Het gaat hierbij om woningen (ook woonboten en recreatiewoningen), eenvoudige bedrijfsgebouwen en kleine infrastructurele werken. Bron: Nota van Toelichting bij het Besluit kwaliteitsborging voor het bouwen, blz. 3.

²⁰² Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting van parkeergebouw Eindhoven*, oktober 2018.

²⁰³ TOPoverleg Veiligheid (Bouwend Nederland, het Opdrachtgeversforum in de bouw, VNconstructeurs, Governance Code Veiligheid in de Bouw, Koninklijke NLingenieurs), *Reactie rapport 'Bouwen aan constructieve veiligheid; lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven'*, oktober 2019.

heldere verantwoordelijkheidsverdeling en coördinatie voor veiligheid van de bouw zijn onder meer uitgewerkt in het versterken van de rol en verantwoordelijkheid van de opdrachtgever (regievoerder). Verder wordt in iedere fase slechts één constructeur eindverantwoordelijk voor de constructieve veiligheid (coördinerend constructeur).

De reactie van het TOPoverleg Veiligheid is vooral gericht op meer aandacht voor veiligheid bij het ontwerp- en bouwproces. De gebruiksfase blijft onderbelicht. Hoewel het voornemen er is om bouwwerk-, bouwplaats- en omgevingsveiligheid integraal te benaderen, vanaf het initiatief voor het bouwproject tot en met het gebruiken en onderhouden ervan, krijgen die laatste twee punten geen nadere uitwerking in de reactie. Voor het borgen van constructieve veiligheid bij bestaande gebouwen bieden de plannen van het TOPoverleg Veiligheid dus geen soelaas.

Om het lerend vermogen in de bouw te versterken wil het TOPoverleg Veiligheid meldingen, voorvallen, incidenten en *best practices* bespreken binnen projecten en individuele organisaties. Om ook te leren op sectorniveau wordt voorgesteld om structureel en op regelmatige basis veiligheidskennis, -bevindingen en -ervaringen op te halen en te analyseren. Op welke wijze deze inzichten centraal worden geanalyseerd en ontsloten, moet nog nader ingevuld worden. Er wordt gedacht aan een landelijk/centraal meldpunt voor veiligheidsvoorvallen.

Dit voornemen raakt aan de bevindingen in hoofdstuk 5 van dit onderzoek. Daarin wordt geconstateerd dat constructieve voorvallen niet systematisch gemeld en geregistreerd worden. Dat beperkt de mogelijkheden om structureel te leren van dergelijke voorvallen. Het voornemen van TOPoverleg Veiligheid voorziet weliswaar in het centraal verzamelen en analyseren van veiligheidsvoorvallen om daarvan te leren, maar onduidelijk blijft hoe veiligheidsvoorvallen in de gebruiksfase hierin meegenomen worden.

In ieder geval moet de komende periode in de praktijk blijken in hoeverre de plannen daadwerkelijk gerealiseerd worden en ook leiden tot een veiligere bouwsector.

Naar aanleiding van de gedeeltelijke instorting van het parkeergebouw bij Eindhoven Airport in 2017 heeft de Onderzoeksraad in oktober 2018 het rapport '*Bouwen aan constructieve veiligheid*' uitgebracht. In reactie op aanbevelingen van de Raad heeft het TOPoverleg Veiligheid verschillende voorstellen gedaan voor het verbeteren van bouwwerk-, bouwplaats- en omgevingsveiligheid. De plannen voorzien echter nog niet in het borgen van constructieve veiligheid bij bestaande gebouwen. Wel wordt gedacht aan een landelijk/centraal meldpunt voor veiligheidsvoorvallen om het leren van voorvallen te bevorderen.

7.3 KNVB Veiligheidsverklaring en het Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal

Na de instorting van het dak van het AZ-stadion heeft de KNVB, in samenwerking met de ministeries van JenV en BZK, de veiligheidsverklaring herzien op het onderdeel constructieve veiligheid. Geconstateerd werd dat in de veiligheidsverklaring de controle van de constructieve veiligheid ten onrechte bij de gemeente was gelegd, terwijl de verantwoordelijkheid voor constructieve veiligheid volgens de Woningwet bij de eigenaar ligt.²⁰⁴ Per 1 januari 2020 is de gemeentelijke toets van de constructieve veiligheid daarom uit de veiligheidsverklaring gehaald. In plaats daarvan is in opdracht van het ministerie van BZK een protocol opgesteld voor het periodiek beoordelen van de constructieve veiligheid van voetbalstadions.²⁰⁵

Het protocol is bedoeld voor eigenaren van stadions voor betaald voetbal. Het voorziet in een stappenplan waarmee de eigenaar inzicht krijgt in de constructieve veiligheid van zijn stadion. Met het doorlopen van het stappenplan wordt duidelijk welke constructieve elementen van een stadion een verhoogd risico met zich meebrengen en welke beheersmaatregelen daarbij genomen moeten worden.

Een belangrijk onderdeel van de beoordeling is de risico-inventarisatie. Op basis daarvan wordt een periodiek onderzoekstraject vastgesteld. Voor sommige constructieve onderdelen zal dat jaarlijks zijn, voor andere meerjaarlijks. Daarbij moet ook worden aangegeven op welke wijze het onderzoek wordt uitgevoerd (enkel visueel of met behulp van bijvoorbeeld röntgen) en wie het onderzoek uitvoert (de eigenaar of een constructief deskundige).

Het protocol is vooralsnog niet verplicht voor stadioneigenaren. Ook maakt het geen deel uit van de veiligheidsverklaring van de KNVB.

Het *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* geeft eigenaren van voetbalstadions inzicht in de constructieve veiligheid van hun stadion. Het maakt duidelijk welke constructieve elementen een verhoogd risico met zich meebrengen en welke beheersmaatregelen genomen kunnen worden.

Het protocol is echter vooralsnog niet verplicht voor stadioneigenaren en maakt ook geen deel uit van de veiligheidsverklaring van de KNVB.

²⁰⁴ Tweede Kamer, vergaderjaar 2019-2020, 28 325, nr. 205.

²⁰⁵ ABT, *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal*, juni 2020.

7.4 Conclusies nieuwe ontwikkelingen

Op dit moment zijn er diverse ontwikkelingen om constructieve veiligheid in de bouw binnen Nederland te vergroten. Zowel de nieuwe Wet kwaliteitsborging voor het bouwen als het TOPoverleg Veiligheid richten zich op een betere borging van de kwaliteit tijdens het bouwproces, van ontwerp tot uitvoering. Ze streven onder andere naar meer duidelijkheid over de verantwoordelijkheden van partijen voor veiligheid en een meer eenduidige, gecoördineerde aanpak van veiligheid tijdens de bouw. Beide ontwikkelingen zijn echter niet gericht op de gebruiksfase van bestaande gebouwen. Hiermee worden de in dit onderzoek gesignaleerde veiligheidstekorten in de gebruiksfase niet weggenomen.

Het nieuwe *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* is wel gericht op de constructieve veiligheid van bestaande gebouwen. Het beperkt zich echter tot stadions die worden gebruikt voor betaald voetbal. Bovendien is het niet verplicht voorgeschreven voor stadioneigenaren.

Op zaterdag 10 augustus 2019 stortte een deel van het tribunedak van het stadion van betaaldvoetbalclub AZ te Alkmaar in. Het stadion was op dat moment dertien jaar in gebruik. Dit riep bij de Onderzoeksraad de vraag op hoe constructieve veiligheid van gebouwen is gewaarborgd in de gebruiksfase. Op basis van dit onderzoek concludeert de Raad dat in Nederland periodieke aandacht voor constructieve veiligheid in de gebruiksfase van gebouwen onvoldoende geborgd is.

8.1 Voorval AZ-stadion

8.1.1 Toedracht instorting: te dunne lassen, scheurvorming en corrosie

Het tribunedak stortte in doordat bij vier spanten op steeds dezelfde twee plaatsen de lasverbindingen bezweken. Deze lassen waren ongebruikelijk dun uitgevoerd. Bij het spant dat het eerste bezweek, was bovendien één van de lasverbindingen in de loop van de tijd verder verzwakt door scheurvorming. Het verzwakkingsproces, dat mogelijk werd versterkt door de corrosie die als gevolg van de scheurvorming ontstond, begon al in 2009 of zelfs nog eerder.

Op 10 augustus 2019 was de belastbaarheid van deze lasverbinding zover afgenomen, dat deze niet meer bestand was tegen de krachtige, maar niet extreem zware windbelasting op die dag. Door het afbreken van die verbinding werden bij de spanten aan weerszijden de bovenste knooppunten extra belast. Dat leidde ertoe dat ook in die knooppunten de betreffende lasverbindingen, die eveneens ongebruikelijk dun waren, afbraken. Het bezwijken van deze bovenste knooppunten leidde vervolgens tot extra belasting van de onderste knooppunten van die drie spanten. Het gevolg was dat ook die knooppunten bezweken, waarna het dakgedeelte tussen deze drie spanten in zijn geheel naar beneden viel. Tijdens die val werd ook een vierde spant mee naar beneden getrokken.

8.1.2 Technische achtergronden: tekortkomingen in ontwerp, uitvoering en gebruik

Zowel het spantontwerp als het detailontwerp van de als eerste bezweken verbinding is destijds niet goed getoetst aan de bouwnormen. Bij het spantontwerp werd een windbelasting gebruikt die niet paste bij het ontwerp van het tribunedak en bij de verbinding werd een toetsingsregel voor de sterkte gebruikt die niet paste bij de complexe overgang in profielvorm. Hierdoor werd er onterecht van uitgegaan dat het ontwerp aan de bouwnormen voldeed.

Uit het ontwerp en de tekening van de bovenste verbinding bleek bovendien niet duidelijk hoe de lassen gemaakt moesten worden. De benodigde voorbereiding stond

niet op tekening en werd bij het maken van de verbinding achterwege gelaten. Ook werden grotere kopplaten gebruikt dan op tekening stond aangegeven. Hierdoor werd de op tekening voorgeschreven lasdikte niet bereikt en waren de lassen dunner uitgevoerd dan bedoeld. Ook waren de lassen niet vrij van fouten. Hierdoor was de verbinding bij oplevering minder sterk dan vooraf berekend.

Tijdens de gebruiksfase van het stadion is geen nader onderzoek gedaan naar de technische staat van de verbindingen, waardoor de eigenaar niet op de hoogte was van de gebrekkige lassen en de scheurvorming. Bij schilderwerk rondom de bovenste verbinding in 2015 is de corrosie niet verwijderd. Achteraf is niet vast te stellen of toen de scheurvorming ook zichtbaar was zonder de roest te verwijderen. De dakconstructie bezweek op 10 augustus 2019 bij een belasting die veel lager was dan waartegen de constructie bestand moest zijn.

8.1.3 Kwaliteitscontrole en toezicht: gebreken niet opgemerkt tijdens bouw en gebruik

Tijdens de bouw hebben noch de hoofdconstructeur, noch de gemeentelijk constructeur geconstateerd dat het als eerste bezwaken knooppunt in de dakconstructie op een ongebruikelijke wijze was ontworpen. Ook hebben zij niet opgemerkt dat de bijgeleverde berekening ongeschikt was om de sterkte van de verbinding te bepalen. Bij het fabriceren van de dakspanten is niet gesignaleerd dat diverse lassen te dun en met lasfouten waren uitgevoerd. Ook bij het gemeentelijk toezicht zijn de gebreken aan de lassen niet gezien, doordat de spanten geprefabriceerd en volledig geschilderd uit de fabriek werden aangeleverd.

In de gebruiksfase van het stadion heeft de eigenaar geen constructieve inspecties van het dak laten doen. De corrosie van de staalconstructie – die in de loop van de jaren steeds zichtbaarder werd – vormde voor de eigenaar geen aanleiding om nader onderzoek te doen. Ook de gemeente heeft na de oplevering in 2006 geen actief toezicht uitgevoerd op de constructieve veiligheid. De wijze waarop de eigenaar zijn wettelijke verantwoordelijkheid voor een veilig gebouw invulde, bleef daardoor buiten het zicht van de gemeente.

Wel voerde de gemeente jaarlijks een controle uit op het brandveilig gebruik van het stadion. De resultaten hiervan werden ook gebruikt voor de verplichte veiligheidsverklaring van de KNVB, waarmee de burgemeester toestemming gaf voor het spelen van betaaldvoetbalwedstrijden. Een onderdeel van deze veiligheidsverklaring is de constructieve veiligheid van het stadion, maar die werd door de gemeente niet apart gecontroleerd.

Bij de bouw van het AZ-stadion is bij en tussen alle betrokken partijen onvoldoende aandacht geweest voor de eisen die gesteld moeten worden aan de dakconstructie. De controle op de veiligheid van het ontwerp en de uitvoering van de dakconstructie schoot op onderdelen tekort. De constructieve veiligheid van het ingestorte deel van het dak was al bij oplevering onvoldoende.

In de gebruiksfase was er vrijwel geen aandacht voor constructieve veiligheid. De technische gebreken en verdere verzwakking van de dakconstructie bleven onopgemerkt. Uiteindelijk leidde dit tot het bezwijken van een deel van het tribunedak.

Dit voorval laat zien dat een gebouweigenaar blijvend alert moet zijn op constructieve gebreken uit bouw of gebruik. De instorting bij het AZ-stadion is daar een indringend voorbeeld van.

8.2 Constructieve veiligheid van gebouwen in de gebruiksfase

8.2.1 Andere voorvallen in de gebruiksfase: het gebeurt regelmatig, maar overzicht ontbreekt

De constructief onveilige situatie bij het AZ-stadion staat niet op zichzelf. Uit een globale inventarisatie blijkt dat er geregeld – in de afgelopen twintig jaar ten minste zestig keer – tijdens de gebruiksfase van een gebouw ernstige problemen aan het licht komen ten aanzien van de constructieve veiligheid.

Leren van voorvallen met constructieve gebreken van gebouwen in de gebruiksfase vindt niet structureel plaats. Het ontbreekt hiervoor aan een goed overzicht van voorvallen, oorzaken en lessen daaruit. Bij gebrek aan gestructureerde kennisdeling blijft het bij leren op individueel niveau.

8.2.2 Constructieve veiligheid in de gebruiksfase: eigenaar verantwoordelijk, maar periodieke beoordeling niet verplicht

In Nederland is de eigenaar wettelijk verantwoordelijk voor de veiligheid van zijn gebouw. Hoe hij deze verantwoordelijkheid moet invullen, is echter niet nader uitgewerkt. Een periodieke inspectie en beoordeling van de constructieve veiligheid is ook geen vanzelfsprekend onderdeel van meerjarenonderhoudsplannen. De overheid kijkt vooral incidentgedreven naar constructieve veiligheid in de gebruiksfase.

Voorbeelden uit het buitenland tonen mogelijkheden om de beheersing van constructieve risico's in de gebruiksfase van gebouwen te verbeteren. Na ongevallen met tientallen slachtoffers in sportcomplexen, hebben het Verenigd Koninkrijk en Duitsland landelijke overheidsrichtlijnen opgesteld voor het periodiek beoordelen van constructieve veiligheid bij bestaande gebouwen. Deze richtlijnen kennen een getrapte en proportionele aanpak, die aansluit bij de Nederlandse indeling van gebouwen in gevolgklassen.

8.2.3 Nieuwe ontwikkelingen: weinig aandacht voor bestaande gebouwen

Constructieve veiligheid in de bouw is al langere tijd een aandachtspunt. Recent nog heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid in het rapport *Bouwen aan constructieve veiligheid*²⁰⁶ hiaten in de bouwfase onder de aandacht gebracht. Op dit moment zijn er diverse ontwikkelingen om constructieve veiligheid in de bouw binnen Nederland te vergroten. Het meest in het oog springende initiatief is het actieplan dat het TOPoverleg Veiligheid heeft ontwikkeld naar aanleiding van aanbevelingen uit het rapport *Bouwen aan constructieve veiligheid*. Dat plan heeft als doel het structureel vergroten van de veiligheid in de breedte van de bouwsector. Een andere ontwikkeling – die al veel langer gaande is – betreft de invoering van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen. Het doel van deze wet is het introduceren van een nieuw stelsel, waarmee de bouwkwaliteit tijdens het bouwproces beter geborgd wordt zodat de kwaliteit van de nieuwe bouwwerken verbeterd wordt. Beide ontwikkelingen richten zich echter op de ontwerp- en uitvoeringsfase. Hiermee worden de in dit onderzoek gesignaleerde veiligheidstekorten in de gebruiksfase niet opgelost.

Een ontwikkeling die wel gericht is op constructieve veiligheid van bestaande gebouwen, is het nieuwe *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal*²⁰⁷ dat is opgesteld naar aanleiding van de instorting in het AZ-stadion. Dit protocol beperkt zich echter tot stadions die worden gebruikt voor betaald voetbal en is bovendien niet verplicht.

Gebruikers van een gebouw – zoals bewoners, werknemers en bezoekers – zijn voor hun veiligheid afhankelijk van de wijze waarop de eigenaar zijn wettelijke verantwoordelijkheid voor de constructieve veiligheid van zijn gebouw wil en kan invullen. Een wettelijke verplichting voor bijvoorbeeld periodiek onderhoud, inspecties en constructieve beoordelingen ontbreekt. Deze vrijblijvendheid is onvoldoende om de veiligheidsrisico's van constructieve gebreken te beheersen. Dit geldt in het bijzonder voor grote gebouwen waar veel mensen komen, zoals stadions, tentoonstellingsruimten, stations, concertzalen en grote openbare gebouwen.

Recente initiatieven van de bouwsector en de wetgever beogen de constructieve veiligheid in de bouw binnen Nederland te vergroten. Deze initiatieven zijn een stap in de goede richting, maar nog niet toereikend om de in dit onderzoek gesignaleerde veiligheidstekorten in de gebruiksfase van gebouwen substantieel terug te dringen. Voorbeelden in het buitenland laten zien dat er goede mogelijkheden zijn om de constructieve veiligheidsrisico's in de gebruiksfase beter te beheersen.

²⁰⁶ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid – Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018.

²⁰⁷ ABT in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal*, juni 2020.

Het onderzoek naar de instorting van het tribunedak van het AZ-stadion levert veiligheidslessen op voor zowel de bouwfase als de gebruiksfase van gebouwen.

Hiaten in de borging van constructieve veiligheid in de bouwfase (ontwerp en uitvoering) heeft de Onderzoeksraad al eerder geconstateerd.²⁰⁸ In het recente rapport naar aanleiding van het ingestorte parkeergebouw in Eindhoven heeft de Raad onder meer gewezen op de risico's van het niet onderkennen van consequenties van ontwerpkeuzes en van diffuse verantwoordelijkheidsverdeling tussen partijen waarbij niemand het grotere geheel overziet. Ook vroeg de Raad aandacht voor de risico's van het niet tijdig acteren op signalen van gebreken en van het afnemend gemeentelijk toezicht op de bouw. Ook bij de instorting bij het AZ-stadion hebben deze factoren een rol gespeeld. De Raad benadrukt daarom nu nogmaals het belang om werk te maken van het opvolgen van eerdere aanbevelingen voor het verbeteren van de veiligheid in de bouw.

Anders dan bij de meeste eerder onderzochte voorvallen, heeft de instorting in het AZ-stadion zich niet tijdens de bouw, maar pas in de gebruiksfase voorgedaan. De Raad richt zich daarom in zijn aanbevelingen nu nadrukkelijk op de beheersing van veiligheidsrisico's in de gebruiksfase.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid doet de onderstaande aanbevelingen.

Aan de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties:

1. Stel voor publiek toegankelijke gebouwen uit de gevolgklasse 3²⁰⁹ wettelijk verplicht dat de eigenaren periodiek onderzoek laten doen naar de constructieve veiligheid van het gebouw en zo nodig maatregelen nemen ter verbetering daarvan.
 - Laat dit periodiek onderzoek uitvoeren door een onafhankelijke, gecertificeerde deskundige.
 - Zorg ervoor dat de diepgang en frequentie van het onderzoek proportioneel zijn aan de potentiële ernst in termen van gevaar voor mensen.
 - Geef gemeenten de rol om toe te zien op de invulling van de wettelijke verplichting.
 - Leg vast dat gebouweigenaren bij elke eigendomsoverdracht het complete bouwdoossier, inclusief rapporten van inspecties, beoordelingen en eventuele herstelmaatregelen, overdragen aan de nieuwe eigenaar.

²⁰⁸ *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018; *Instorten van het dak van het in aanbouw zijnde dak van het stadion van FC Twente, te Enschede*, juli 2012; *Instorting verdiepingsvloer B-Tower Rotterdam*, april 2012 en *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

²⁰⁹ Gevolgklasse 3 (NEN-EN 1990): grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen), en/of zeer grote economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. Voorbeelden van dergelijke gebouwen zijn stadions, tentoonstellingsruimten, concertzalen, hoogbouw hoger dan zeventig meter en grote openbare gebouwen.

- Benut buitenlandse ervaringen met richtlijnen voor sportaccommodaties (Verenigd Koninkrijk) en met periodieke beoordeling van constructies (Duitsland).
2. Geef – vooruitlopend op de wettelijke verplichting – eigenaren van gebouwen in gevolgklasse 3 een richtlijn voor de periodieke beoordeling van constructieve veiligheid, met een indicatie van diepgang en frequentie van het onderzoek.
- Benut daartoe het *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* als voorbeeld.

Aan de partijen van het TOPoverleg Veiligheid (Bouwend Nederland, het Opdrachtgeversforum in de bouw, VNconstructeurs, Governance Code Veiligheid in de Bouw, Koninklijke NLIingenieurs):

3. Zorg dat de lessen uit de instorting van het tribunedak van het AZ-stadion worden meegenomen in uw recent gelanceerde actieplan dat de veiligheid in de bouwsector structureel moet vergroten. Besteed hierbij in het bijzonder aandacht aan:
- de kwaliteitscontrole op de uitvoering van en het onderhoud aan de constructie van gebouwen waar veel mensen komen (NEN-EN 1990 gevolgklasse 3);
 - het bij oplevering van een gebouw aan de eigenaar verstrekken van een zorgvuldig samengesteld en compleet bouwdoosje, met daarin aanwijzingen en aandachtspunten voor gebruik, periodieke inspectie en preventief onderhoud;²¹⁰
 - een systematiek om voorvallen rond constructieve veiligheid te registreren en te analyseren, met als doel lering te trekken uit die voorvallen. Het is belangrijk om de lessen die hieruit volgen voor bouw en gebruik actief te verspreiden onder partijen in de bouwsector en onder gebouweigenaren.²¹¹ Overweeg aan te sluiten bij internationale initiatieven, zoals CROSS International.²¹²

Aan de KNVB:

4. Bevorder – vooruitlopend op de wettelijke verplichting zoals vermeld in aanbeveling 1 – dat alle licentiehouders op zo kort mogelijke termijn het *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal* gaan volgen.

²¹⁰ Dit sluit aan op een aanbeveling uit het onderzoek *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

²¹¹ Idem.

²¹² Confidential Reporting on Structural Safety; www.structural-safety.org/international.

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

A.1 Aanleiding en start van het onderzoek

Aanleiding

Op zaterdag 10 augustus 2019 stortte een deel van het tribunedak van het stadion van betaaldvoetbalclub AZ te Alkmaar in. De stalen dakconstructie kwam terecht op stoelen waarop tijdens wedstrijden honderden toeschouwers zitten. Op het moment van de instorting was er geen publiek aanwezig. Daardoor vielen er gelukkig geen slachtoffers. Wel veroorzaakte de instorting aanzienlijke materiële schade.

Onderzoek ter plaatse

In de dagen na de instorting heeft de Onderzoeksraad het AZ-stadion enkele malen bezocht. Daarbij zijn zowel het ingestorte deel als andere delen van het stadiondak visueel geïnspecteerd. Met een drone zijn opnames gemaakt van de afgebroken spanten. Ook zijn eerste verkennende gesprekken gevoerd. Op deze manier heeft de Onderzoeksraad zich een beeld gevormd van het voorval.

Tussentijdse waarschuwing

Bij het onderzoek ter plaatse zijn in het resterende deel van het stadiondak enkele scheuren en verdachte plekken aangetroffen. Dit was voor de Raad aanleiding om op 16 augustus 2019, in het belang van de veiligheid van gebruikers en toeschouwers, een tussentijdse waarschuwing²¹³ te sturen aan stadioneigenaar AZ en de gemeente Alkmaar:

“Tijdens het verkennend onderzoek is vastgesteld dat de directe oorzaak van het bezwijken van het dak is terug te voeren op het falen van lasverbindingen in de spanten. Verder onderzoek zal uit moeten wijzen waarom deze verbindingen zijn bezweken. Ook zijn in dit verkennend onderzoek twee breuken en twee verdachte plekken vastgesteld bij spanten in het deel dat nog intact is. De geconstateerde breuken en vermoedelijke scheuren kunnen leiden tot het uiteindelijk (ook) bezwijken van deze spanten.”

Aan eigenaar AZ werd de aanbeveling gedaan om als verantwoordelijke voor het stadion, de stabiliteit en sterkte van de gehele kapconstructie te (laten) controleren en te borgen. Aan gemeente Alkmaar is aanbevolen om zich, als vergunningverlener voor het stadion,

²¹³ Op grond van artikel 63 van de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid: Indien noodzakelijk voor onverwijd optreden om rampen of ongevallen te voorkomen, doet de Raad reeds tijdens een onderzoek aanbevelingen voor preventieve maatregelen.

te (laten) overtuigen van de stabiliteit en sterkte van de kapconstructie van het stadion. Doel van deze twee aanbevelingen was om herhaling van een dergelijk voorval te voorkomen.

AZ heeft vervolgens de veiligheid van de resterende dakconstructie nader laten onderzoeken. Eind augustus werd besloten driekwart van het stadionsdak te verwijderen.

Besluitvorming onderzoek

Voor de Onderzoeksraad was de instorting van het tribunedak aanleiding om een onderzoek te starten. Hiervoor heeft de Raad een afwegingskader gebruikt. Belangrijkste overwegingen waren de ernst van het voorval (potentiële gevolgen), het feit dat burgers voor hun veiligheid afhankelijk waren van anderen, en het bredere veiligheidsprobleem (dit type constructie komt ook bij andere stadions en gebouwen voor).

A.2 Opzet van het onderzoek

Doel

Doel van dit onderzoek is om veiligheidslessen te leren van de instorting, om zo vergelijkbare voorvallen in de toekomst te voorkomen.

Vraagstelling

De Onderzoeksraad heeft al eerder voorvallen op het gebied van constructieve veiligheid in de bouwsector onderzocht.²¹⁴ Hieruit kwam naar voren dat veiligheid in het proces van ontwerp en uitvoering onvoldoende geborgd was.

Anders dan bij de meeste eerdere voorvalonderzoeken heeft de instorting in het AZ-stadion zich niet voorgedaan tijdens de bouwfase, maar pas in de gebruiksfase. Dit riep bij de Onderzoeksraad de vraag op hoe constructieve veiligheid van gebouwen is gewaarborgd in de gebruiksfase. Daarbij speelde een rol dat dit soort dakconstructies ook voorkomt bij andere stadions en andere gebouwen met grote overspanningen waar veel mensen samenkomen (bijv. stations, evenementenhallen, zwembaden, etc.).

Dit onderzoek richt zich daarom niet alleen op risico's die voortkomen uit ontwerp en uitvoering van het AZ-stadion, maar nadrukkelijk ook op de gebruiksfase. En met name in deze gebruiksfase zoekt de Raad de lessen en verbreding naar andere gebouwen. De twee hoofdvragen van het onderzoek zijn:

1. Hoe heeft het dak van het AZ-stadion kunnen instorten?
2. Welke lessen zijn uit dit voorval te trekken voor het borgen van constructieve veiligheid bij gebouwen in de gebruiksfase?

²¹⁴ Zie bijvoorbeeld *Bouwen aan constructieve veiligheid. Lessen uit instorting van parkeergebouw Eindhoven Airport*, oktober 2018; *Instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente, te Enschede*, juli 2012; *Instorting verdiepingsvloer B-tower Rotterdam*, april 2012 en *Veiligheidsproblemen met gevelbekleding*, november 2006.

Overeenkomstig de twee onderzoeksvragen bestaat het onderzoek uit twee delen. Het eerste deel is gericht op het voorval bij het AZ-stadion. Het tweede deel verbreedt naar de constructieve veiligheid van andere gebouwen in de gebruiksfase en is erop gericht om na te gaan in hoeverre er lessen te identificeren zijn. Voor beide delen heeft de Onderzoeksraad deelvragen geformuleerd, die elk in een eigen hoofdstuk worden beantwoord:

Deel	Hoofdstuk	Deelvraag
I	Hoe heeft het dak van het AZ-stadion kunnen instorten?	
	2	Hoe is het dak van het AZ-stadion ingestort? En onder welke weersomstandigheden is dat gebeurd?
	3	Wat waren de technische achtergronden van de totstandkoming van de dakconstructie en het gebruik van het stadion?
	4	In hoeverre zijn de constructieve risico's beheerst tijdens ontwerp, uitvoering en gebruik van het stadion?
II	Welke lessen zijn uit dit voorval te trekken voor het borgen van constructieve veiligheid bij gebouwen in de gebruiksfase?	
	5	Zijn er voorvallen geweest bij andere gebouwen in de gebruiksfase, waarbij vergelijkbare factoren een rol speelden?
	6	Welke knelpunten zijn er in de beheersing van constructieve risico's in de gebruiksfase? En welke mogelijkheden zijn er om deze beheersing van constructieve risico's in de gebruiksfase te verbeteren?
	7	Welke relevante ontwikkelingen hebben zich voorgedaan tussen de instorting en de publicatie van dit onderzoek?

Afbakening

In het onderzoek zijn ervaren tijdsdruk en financiële omstandigheden tijdens de bouw van het stadion buiten beschouwing gebleven. Zowel tijdsdruk als financiële druk om te komen tot een zo economisch mogelijk gebouw en onderhoudsregime beschouwt de Onderzoeksraad als een gegeven; deze krachten zullen bij vrijwel alle bouwprojecten aanwezig zijn. Daarom is het noodzaak dat er voldoende tegenkracht is, die voorkomt dat tijd- of kostenbesparing leidt tot onveilige consequenties. Deze tegenkracht bestaat uit kwaliteitscontrole, normen en toezicht; aspecten die in dit onderzoek wel aan bod komen.

A.3 Gegevensverzameling en -analyse

De Raad heeft voor dit onderzoek verschillende soorten informatie verzameld en geanalyseerd:

- interviews met betrokken partijen;
- achtergrondgesprekken met deskundigen;
- documenten, zoals bouwtekeningen en –berekeningen, correspondentie tussen partijen en formele documenten;
- literatuur;
- wet- en regelgeving;
- foto- en filmbeelden;
- enquête onder afdelingen bouw- en woningtoezicht van gemeenten.

De verkregen informatie is geanalyseerd door middel van:

- het maken van een tijdlijn;
- het maken van een Tripod-diagram (om van directe oorzaken naar achterliggende factoren te abstraheren);
- het maken van een actorenanalyse (STAMP), hun verantwoordelijkheden, prikkels en relaties;
- een vergelijking met het opgestelde referentiekader;
- besprekingen in de teamoverleggen.

De aanpak van de individuele onderzoeksvragen en de wijze waarop de Onderzoeksraad daarbij is omgegaan met onderzoeken van andere partijen, wordt navolgend per hoofdstuk toegelicht. Omdat voor alle hoofdstukken gebruik is gemaakt van interviews en achtergrondgesprekken, volgt die toelichting vooraf.

Interviews en achtergrondgesprekken

Voor het onderzoek zijn twaalf interviews gehouden. Daarbij is gesproken met getuigen van het voorval en met relevante personen van de bouwpartijen, de eigenaar en de gemeente. De interviews waren halfgestructureerd. Daarbij geeft de geïnterviewde zelf zijn verhaal vorm, terwijl met een vragenlijst wordt nagegaan of alle relevante zaken aan de orde gekomen zijn, overeenkomstig de deelonderzoeksvragen en de betrokkenheid van de geïnterviewde.

De interviews vonden plaats met twee onderzoekers van de Onderzoeksraad en werden conform de interne interviewrichtlijn gehouden. De interviews zijn, na toestemming van de geïnterviewde, vastgelegd met een recorder en vervolgens uitgewerkt in een samenvattend verslag dat ter verificatie aan de geïnterviewde is voorgelegd.

Naast deze interviews zijn ook tien achtergrondgesprekken gevoerd met materiedeskundigen in binnen- en buitenland.

Tijdens dit onderzoek brak de COVID-19/coronacrisis uit. In verband hiermee is één interview niet zoals gebruikelijk *face-to-face*, maar per telefoon afgenomen. Ook enkele achtergrondgesprekken waren telefonisch.

Hoofdstuk 2: bezwijkmechanisme

De Onderzoeksraad is de maandag volgend op de instorting ter plaatse gegaan om vluchtige informatie veilig te stellen; in casu de breukvlakken van de dakconstructie. De breukvlakken zijn onderzocht door SGS Intron in opdracht van AZ, na instemming van de Onderzoeksraad. De Onderzoeksraad is betrokken geweest bij de opzet, uitvoering en rapportage van dit onderzoek. Deze betrokkenheid bestond uit:

- het in beslag nemen en veiligstellen van de bezwijken knooppunten;
- het samen met RHDHV formuleren van de onderzoeksopdracht;
- overleg over praktische uitvoering van het onderzoek;
- opmerkingen op het conceptrapport.

Tevens is gebruik gemaakt van verklaringen van personen die ten tijde van de instorting in het stadion aanwezig waren, van filmbeelden en van meetgegevens van het KNMI aangaande de weersomstandigheden.

Hoofdstuk 3: technische achtergronden

De Onderzoeksraad heeft voor dit onderzoeksdeel gebruik gemaakt van interviews en van documenten van de bouwpartijen, de gemeente en de eigenaar van het stadion. Deze bronnen dienden om te reconstrueren hoe het stadion in interactie tussen deze partijen is ontworpen, gebouwd en beheerd, en welke keuzes daarbij om welke redenen zijn gemaakt. De informatie is geordend in een Tripod- en een STAMP-diagram, om de achterliggende factoren en de dynamieken tussen de partijen gestructureerd in beeld te brengen.

Omdat de bouwfase lang geleden is, zijn documenten niet altijd vindbaar, bijvoorbeeld omdat zij inmiddels zijn vernietigd. Ook het faillissement van een deel van de bouwpartijen speelt een rol. Voor zover het mogelijk was om interviews te houden – een aantal betrokkenen is inmiddels overleden – geldt dat het geheugen na 15 jaar wellicht niet altijd een zuivere weergave van de gang van zaken bevat. Ook als het mogelijk zou zijn om de ontbrekende antwoorden te vinden, is de vraag of dit tot nieuwe lessen zou leiden.

De Onderzoeksraad was niet de enige partij die onderzoek deed naar de technische kant van de instorting. Namens AZ is ingenieursbureau Royal HaskoningDHV een onderzoek gestart, dat is beschreven in het blauwe kader hieronder.

RHDHV-onderzoek naar de instorting

In opdracht van AZ is ingenieursbureau Royal HaskoningDHV vrijwel direct na de instorting een onderzoek gestart naar de instorting. Dat onderzoek heeft geresulteerd in een rapport²¹⁵ met een verzameling bijlagen waarover de Onderzoeksraad beschikt.

Het ingenieursbureau heeft de instorting onderzocht op basis van de "Delftse aanpak" voor forensisch onderzoek en het rapport beschrijft de verschillende stadia daarvan. De hoofdstukken gaan over achtereenvolgens de verzamelde informatie, de geformuleerde hypothesen, de analyse, het testen van de hypothesen en de conclusies.

Voor de analyse maakte RHDHV gebruik van verschillende modellen, zoals een simulatie van de krachten met een 3D-model van de tribune van spanten 37 t/m 42 en een simulatie van de sterkte van de kritische verbinding. Ook heeft RHDHV gebruik gemaakt van het SGS Intron-onderzoek naar de breukvlakken. Daarnaast heeft RHDHV door RWDI een windtunnelonderzoek laten uitvoeren naar de windbelasting op het tribunedak voor het stadion met en zonder winddoeken, bij verschillende windrichtingen en -snelheden. Daarnaast heeft SGS in opdracht van RHDHV door middel van non-destructief onderzoek gekeken naar de staat van het intacte deel van het stadion.

Het doel van het RHDHV-onderzoek vertoonde veel overlap met de eerste onderzoeksvraag van de Onderzoeksraad. Om dubbel werk te voorkomen, heeft de Onderzoeksraad ervoor gekozen niet zelf een parallel onderzoek te starten, maar de resultaten van RHDHV af te wachten en vervolgens de kwaliteit van de analyse van RHDHV onafhankelijk te laten toetsen. Op basis van een onderhandse aanbesteding is hiervoor uit meerdere partijen Arup gekozen. Voor die keuze waren onder andere de expertise van het voorgedragen team, de voorgestelde aanpak en een rapportagevoorbeeld van belang.

De aanpak van de toetsing is door Arup in overleg met de Onderzoeksraad vormgegeven. Voor de toetsing heeft het team van Arup van de Onderzoeksraad alleen toegang gekregen tot de rapportage van RHDHV en de daarin genoemde stukken, en tot de ter plaatse door de Onderzoeksraad verzamelde informatie. Arup heeft dus geen toegang gehad tot andere door de Onderzoeksraad verzamelde informatie. Het uitvoeren en rapporteren van de toetsing is door Arup zelfstandig gedaan. Wel is er tijdens dat proces periodiek contact geweest over de voortgang. De inhoudelijke opmerkingen van de Onderzoeksraad tijdens het proces en als reactie op de conceptrapportage waren vrijblijvend en het is aan Arup zelf geweest om die wel of niet over te nemen. De definitieve rapportage van de toetsing is te vinden in Bijlage E.

²¹⁵ Royal HaskoningDHV, *Onderzoek naar de technische oorzaken van het gedeeltelijk bezwijken van de dakconstructie van het AFAS Stadion te Alkmaar*, 2 april 2020, BG8798IBRP2003271433.

Op hoofdlijnen is de uitkomst van de toetsing dat het RHDHV-onderzoek niet voldoende compleet is en slechts gedeeltelijk voldoet aan de betrouwbaarheidscriteria van de gehanteerde (Delftse) aanpak. Mede hierdoor zijn veel van de hypothesen over de hoofdoorzaken slechts aannemelijk gemaakt en blijven er vragen over de achterliggende technische oorzaken.

Omdat uit de toetsing bleek dat de kwantificering van krachten en belastbaarheid van de verbinding door RHDHV onvoldoende betrouwbaar was om bruikbaar te zijn, bestond bij de Onderzoeksraad de behoefte aan aanvullende berekeningen. Om toch een idee van de invloed van verschillende belastingen en het maximale belastingniveau te krijgen heeft Arup daarom de krachten binnen een spant berekend voor verschillende belastingcombinaties. Het resultaat van deze opdracht is te vinden in Bijlage F.

De Onderzoeksraad ging er bij het opzetten van het onderzoek vanuit dat de stukken van de hoofdaannemer, die in 2011 failliet is gegaan, niet meer beschikbaar zouden zijn. Uiteindelijk is het gelukt om een voormalig werknemer van de hoofdaannemer te interviewen. Ook kon uit de archieven van de andere betrokken partijen veel correspondentie worden gereconstrueerd. Toen in een laat stadium van het onderzoek bleek dat het archief van de hoofdaannemer nog bestond, maar in ongesorteerde vorm, heeft de Onderzoeksraad ervoor gekozen om dit niet meer bij het onderzoek te betrekken.

Hoofdstuk 4: risicobeheersing bouw- en gebruiksfase

Dit hoofdstuk is een beschrijvend hoofdstuk. De Onderzoeksraad baseert zich hierbij op documenten van de betrokken partijen en op interviews met betrokkenen (bouwers, eigenaren, gemeentelijk bouw- en woningtoezicht). Deze interviews illustreren hoe de partijen hun werk uitvoerden en welke omstandigheden (zoals ervaring, financieel, wettelijk, efficiëntie) maakten dat zij handelden zoals ze hebben gedaan. Bij het beschrijven van de handelswijze van de gemeente bij de vergunningverlening en het toezicht is tevens het (concept)rapport van Berenschot meegenomen, dat in opdracht van de gemeente is opgesteld. Omdat in het Berenschotrapport geen andere constatering staan dan die de Onderzoeksraad zelf al uit eigen onderzoek had gedaan, wordt in hoofdstuk 4 niet naar dit rapport verwezen.

Hoofdstuk 5: andere voorvallen

Om een beeld te krijgen in hoeverre constructieve problemen ook aan de orde zijn bij andere gebouwen, heeft de Onderzoeksraad in de periode februari – maart 2020 een enquête verspreid onder de leden van Vereniging Bouw- en Woningtoezicht Nederland (VBWT-NL). De Onderzoeksraad heeft hiertoe de contactgegevens van de leden van VBWT-NL ontvangen. Voor het verspreiden en invullen van de enquête is gebruik gemaakt van de enquêtesoftware Qualtrics.

Het doel van de enquête was om inzicht te krijgen in:

- Welke inspecties er naar aanleiding van de instorting in Alkmaar zijn gedaan bij andere gebouwen, en
- Of zich vaker constructieve gebreken voordoen bij gebouwen in de gebruiksfase.

De enquête diende niet om een statistisch representatief beeld van voorvallen waarbij een constructief gebrek aan het licht kwam te krijgen en evenmin om het handelen van de betreffende afdelingen bouw- en woningtoezicht te beoordelen, en leent zich ook niet voor dergelijke uitspraken.

Voor de enquête is de volgende afbakening gehanteerd:

1. bouwwerken:
 - a. kunstwerken (zoals viaducten en tunnels) buiten beschouwing laten, omdat die zowel qua bouw als beheer onder een ander regime vallen;
 - b. alleen publieke gebouwen;
2. voorvallen:
 - a. alle voorvallen (ook zonder daadwerkelijke instorting) waarbij een ernstig constructief gebrek aan het licht kwam;
 - b. alleen voorvallen die zich na de ingebruikname hebben voorgedaan;
 - c. alleen voorvallen die vanaf 2010 hebben plaatsgevonden.

Een eerste navraag van de Onderzoeksraad had geen voorvallen opgeleverd die in alle opzichten vergelijkbaar zijn met het voorval bij het AZ-stadion. Daarom is in de enquête de selectie van voorvallen alleen ingeperkt ten aanzien van de problematiek waarop het onderzoek zich richt: de beheersing van de constructieve veiligheid van publieke gebouwen in de gebruiksfase. De representativiteit (zowel wat betreft de techniek als de voorschriften) van een voorval kan minder worden naarmate het langer geleden plaatsvond. Daarom is ervoor gekozen om alleen naar relatief recente voorvallen (vanaf 2010) te vragen.

De enquête is uitgestuurd naar 206 gemeentes en omgevingsdiensten. Er hebben 126 partijen op de enquête gereageerd. De respons op de enquête was dus 61 procent. Aangezien de enquête maar naar een deel van alle Nederlandse gemeenten is verstuurd, is het niet mogelijk om bredere conclusies te trekken uit de resultaten. De enquête heeft een indicatieve lijst van voorbeelden van voorvallen opgeleverd.

Bij het uitsturen van de enquête heeft de Onderzoeksraad vermeld dat de via de enquête verkregen informatie zodanig in het rapport verwerkt zou worden, dat niet herleidbaar is door wie de informatie is verstrekt. In de gevallen dat de verkregen informatie wel herleidbaar is vermeld, is dit in overleg gebeurd met de betreffende respondenten.

Hoofdstuk 6: constructieve veiligheid in de gebruiksfase

Voor hoofdstuk 6 is gebruik gemaakt van literatuur, wet- en regelgeving en achtergrondgesprekken. Uit de algemene documenten is geanalyseerd hoe in Nederland met veiligheid bij bestaande gebouwen wordt omgegaan, hoe overheden eisen stellen aan constructieve veiligheid en hoe zij daarop toezicht houden. Daarnaast is met enkele gebouweigenaren gesproken over hoe zij omgaan met de constructieve veiligheid van hun gebouwen. Behalve met Nederlandse experts zijn ook gesprekken gevoerd met partijen uit bouwsector en overheid in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

Op basis hiervan heeft de Onderzoeksraad tevens een referentiekader opgesteld. Het referentiekader geeft weer wat – naar de huidige inzichten – een goede manier is om een bepaald veiligheidsrisico te beheersen. De Onderzoeksraad put hierbij zowel uit zijn

eigen ervaring als uit bewezen werkwijzen uit Nederland en uit andere landen. Het referentiekader is opgenomen in bijlage C.

Hoofdstuk 7: relevante lopende ontwikkelingen

Sinds het voorval bij het AZ-stadion zijn inmiddels diverse ontwikkelingen gaande, die relevant zijn om te beschrijven voordat de Onderzoeksraad aanbevelingen formuleert. Deze ontwikkelingen worden in dit hoofdstuk samengevat. Het is niet de taak van de Onderzoeksraad een oordeel uit te spreken over de kwaliteit van deze ontwikkelingen, waarvan het effect zich nog in de praktijk moet bewijzen.

Wel geeft de Onderzoeksraad weer welke ontwikkelingen zich voordoen, met als doel om vast te stellen in hoeverre deze ontwikkelingen de knelpunten die in dit onderzoek naar voren komen eventueel al wegnemen. Dit kan van invloed zijn op eventuele aanbevelingen die volgen uit dit onderzoek.

A.4 Rapportage

De rapportage is opgebouwd overeenkomstig de deelonderzoeksvragen: ieder hoofdstuk geeft een antwoord op de betreffende vraag. Daarbij is eerst een schrijfplan gemaakt, waarna ieder hoofdstuk door de meest materiedeskundige onderzoeker in concept is uitgeschreven. Deze conceptversie is met het projectteam besproken.

Het gehele conceptrapport is vervolgens besproken in het projectteam, de begeleidingscommissie en de Raadsvergadering, conform de beginselen waarop de Onderzoeksraad tegenspraak en kwaliteitscontrole organiseert (zie hierna). Vervolgens is het conceptrapport bij de betrokken partijen ter inzage gelegd.

A.5 Kwaliteitsbeheersing

Om de kwaliteit van het onderzoek te waarborgen organiseert de Onderzoeksraad diverse momenten voor tegenspraak en discussie gedurende de looptijd van het onderzoek:

- Het uitvoeren van een stakeholderanalyse om na te gaan welke partijen relevant zijn voor het onderzoek.
- Het verifiëren van interviewverslagen door de geïnterviewde.
- Het expliciet maken van impliciet gebleven neigingen en verwachtingen, met als doel deze objectief te kunnen ontcrachten, onderbouwen of nuanceren.
- Regelmatige collegiale toetsing door andere projectteamleden (onder meer ten behoeve van de consistentie en het voorkomen van tegenstrijdigheden).
- Herhaaldelijke collegiale toetsing door medewerkers die niet bij het onderzoek betrokken waren, op het moment dat de bevindingen, de verhaallijn en het conceptrapport voorliggen.
- Interne toetsing door een adviseur onderzoek en ontwikkeling en een secretaris.
- Externe toetsing door een begeleidingscommissie (zie hierna).
- Bespreking van tussenresultaten in de Raadsvergadering.
- Het conceptrapport ter inzage voorleggen aan relevante partijen (zie bijlage B).

Tevens is bij de start van het onderzoek een kwaliteitsplan opgesteld. Hierin staan diverse projectrisico's beschreven en de wijze waarop deze kunnen worden beheerst. In de loop van het project is dit kwaliteitsplan regelmatig besproken en zijn waar nodig maatregelen genomen om risico's te beperken.

A.6 Begeleidingscommissie

De Onderzoeksraad heeft voor dit onderzoek een begeleidingscommissie in het leven geroepen. Deze commissie bestond uit externe leden met voor het onderzoek relevante deskundigheid. Het raadslid van de Onderzoeksraad dat portefeuillehouder was voor dit onderzoek, heeft het voorzitterschap van de begeleidingscommissie vervuld. De externe leden hadden op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie. Gedurende het onderzoek is de commissie drie keer bijeengekomen om met het raadslid en het projectteam van gedachten te wisselen over de opzet en resultaten van het onderzoek. De commissie vervulde een adviserende rol binnen het onderzoek. De eindverantwoordelijkheid voor het rapport en de aanbevelingen ligt bij de Raad. De commissie was als volgt samengesteld:

Naam	Functie
ir. J.R.V.A. Dijsselbloem	Voorzitter Begeleidingscommissie. Voorzitter Onderzoeksraad voor Veiligheid.
mr. A.P.J.M. Rutten	Buitengewoon raadslid Onderzoeksraad voor Veiligheid.
mr. H.M. van de Bunt	Directeur GelreDome. Voorzitter Vereniging Van EvenementenMakers.
S.M. Dekker	Oud-minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Minister van Staat.
prof.dr.ir. M.H. Hermans	Hoogleraar Publiek Opdrachtgeverschap in de Bouw aan de TU Delft.
prof.ir. F. van Herwijnen	Oud-hoogleraar Constructief ontwerpen aan de TU Eindhoven.
ing. C. Nieuwland	Specialist staalconservering bij Rijkswaterstaat. Voorzitter Opdrachtgeversoverleg Staalconservering (OGOS).

A.7 Projectteam

Namens de Onderzoeksraad is voor dit onderzoek ir. J.R.V.A. Dijsselbloem opgetreden als portefeuillehouder. Het onderzoek is uitgevoerd door het projectteam, dat als volgt was samengesteld:

Naam	Functie
ir. G.W. Medendorp	Onderzoeksmanager (tot 31 december 2019)
mr. dr. S.M. Berndsen	Onderzoeksmanager (vanaf 1 januari 2020)
dr. ir. I.A.E. de Vent	Projectleider
ir. C. Reurings	Onderzoeker
ing. A. Sloetjes	Onderzoeker
mr. drs. S. Bartel	Onderzoeker
drs. M.H. Verschoor	Adviseur Onderzoek en Ontwikkeling (tot 31 december 2019)
dr. ir. J. van den Top	Adviseur Onderzoek en Ontwikkeling (vanaf 1 januari 2020)
drs. R.D. de Wit	Secretaris
drs. N.E. Wierda	Projectondersteuner en onderzoeker

REACTIES OP HET CONCEPTRAPPORT

Delen van de conceptversie van dit rapport zijn voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden en onduidelijkheden.

Het conceptrapport, met uitzondering van de samenvatting, beschouwing en aanbevelingen en bijlage B, is voorgelegd aan de volgende partijen:

- Voetbalclub AZ, eigenaar van het stadion;
- Gemeente Alkmaar, bouwvergunningverlener en toezichthouder;
- KNVB, licentieverstrekker betaald voetbal.

De KNVB heeft laten weten geen commentaar te hebben op het conceptrapport.

De hoofdstukken 1 tot en met 4, hoofdstuk 8 en de bijlages A en C tot en met F zijn voorgelegd aan de volgende partijen:

- Bureau Broersma, ontwerpend constructeur;
- een voormalig werknemer van Bureau Broersma;
- een voormalig werknemer van Bouwbedrijf Midreth, hoofdaannemer;
- de voormalig directeur-eigenaar van Hardstaal Lemmer B.V., staalbedrijf;
- Ingenieursgroep Romkes B.V., staalconstructeur;
- de voormalig directeur van Ingenieursgroep Romkes B.V.

Bureau Broersma, de voormalig directeur-eigenaar van Hardstaal Lemmer B.V., Ingenieursgroep Romkes B.V. en de voormalig directeur van Ingenieursgroep Romkes B.V. hebben laten weten geen commentaar te hebben op deze delen uit het conceptrapport.

Daarnaast zijn hoofdstuk 3 en bijlage A voorgelegd aan Arup, het bureau dat in opdracht van de Onderzoeksraad het rapport van RHDHV heeft getoetst en enkele aanvullende berekeningen heeft gedaan.

De Onderzoeksraad heeft kennis genomen van de ontvangen reacties. Voor zover relevant zijn de reacties op het conceptrapport met Arup besproken. Waar de Onderzoeksraad heeft besloten een reactie over te nemen, dan is deze verwerkt in de definitieve versie van het rapport. Waar de Raad een reactie niet heeft overgenomen, is toegelicht waarom daartoe besloten is.

Alle reacties, alsook de wijze waarop ze zijn verwerkt, zijn opgenomen in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad (www.onderzoeksraad.nl).

REFERENTIEKADER

De Onderzoeksraad formuleert in het referentiekader wat hij redelijkerwijs noodzakelijk acht om een veiligheidsrisico te beheersen. Het referentiekader bestaat uit een specifiek deel en uit een algemeen deel. Het specifieke gedeelte van het referentiekader wordt gedurende ieder onderzoek opgebouwd, door onderzoek te doen naar de factoren die een rol spelen bij een veiligheidsrisico en de wijze waarop deze kunnen worden beheerst (zie C.1). Voor een aantal aspecten, die in veel onderzoeken van de Raad terug komen, hanteert de Raad een algemeen referentiekader, zoals voor toezicht (zie C.2) en veiligheidsmanagement (zie C.3). De Raad vormt zich zo een beeld van wat redelijkerwijs van partijen verwacht mag worden.

C.1 Referentiekader bouwpartijen en eigenaren

Bouwpartijen

In de bouw kunnen zaken gepland of onbedoeld anders lopen dan eerder gedacht. Gepland, bijvoorbeeld door gewijzigde wensen en inzichten, of ongemerkt, door vergissingen of onbedoelde afwijkingen. Dit kan leiden tot een gebouw dat niet voldoet aan de bouwnormen of dat zelfs onveilig is voor zijn makers, zijn gebruikers of zijn directe omgeving. Een goede kwaliteitscontrole gedurende de bouw acht de Onderzoeksraad daarom essentieel. Dit geldt zeker op onomkeerbare momenten, bijvoorbeeld wanneer kritieke elementen bij een volgende stap in het bouwproces uit het zicht verdwijnen of niet meer (eenvoudig) gecorrigeerd kunnen worden. Er is in die gevallen maar één kans om de gerealiseerde kwaliteit te beoordelen en zo nodig te corrigeren.

De Onderzoeksraad verwacht van een opdrachtgever en bouwpartij dat deze:

- Risico's identificeert en passende maatregelen neemt om deze te beheersen;
- Kwaliteitscontrole uitoefent op de uitvoering en die ook vereist bij zijn onderaannemers; dit in het bijzonder bij essentiële constructie-elementen die bij een latere bouwstap uit het zicht verdwijnen;
- Bij het ontwerp van het gebouw rekening houdt met de consequenties van ontwerpkeuzes voor later onderhoud, en de onderhoudsbehoefte van het gebouw expliciet maakt voor de latere eigenaar, bijvoorbeeld door middel van een onderhoudsinstructie.²¹⁶

²¹⁶ Ten tijde van de totstandkoming van het AZ-stadion was de noodzaak voor een dergelijke onderhoudsinstructie opgenomen in norm NEN6700, artikelen 10.3 en 12.2.

Overheidstoezicht vormt een extra controle om na te gaan of het gebouw voldoet aan de wettelijke eisen, maar komt niet in de plaats van de eigen verantwoordelijkheid van de opdrachtgever en de bouwpartijen die hij opdracht geeft.

Eigenaren

Door fouten die tijdens de bouw niet zijn opgemerkt, of door veranderingen tijdens het gebruik van het gebouw, kan de constructieve veiligheid van een gebouw gedurende zijn levensduur verslechteren. Die problemen kunnen tot zeer ernstige gevolgen leiden, zoals gedeeltelijke instorting. De eigenaar moet er zorg voor dragen dat het gebouw veilig blijft.²¹⁷

Aan een reguliere inspectie zijn kosten verbonden, afhankelijk van aard, diepgang en frequentie van het onderzoek. De Onderzoeksraad vindt dat deze kosten redelijk moeten zijn, dat wil zeggen dat het benodigde onderzoek proportioneel moet zijn met de ernst van de potentiële gevolgen van falen. Wat een goed interval is voor inspecties en voor onderhoud, hangt behalve van de ernst van de gevolgen ook af van de kans hierop. Te denken valt aan de kwetsbaarheid van het gebouw, de aard van de gebruikte materialen, hun weerstand tegen degradatie, de gerealiseerde bouwkwaliteit of de agressiviteit van de omgevingsinvloeden. De intervallen voor inspecties en onderhoud zijn daarom per gebouw verschillend en moeten door de eigenaar worden bepaald. Een jaarlijkse visuele inspectie van het gehele gebouw, aangevuld met diepgaandere inspecties die doorgaans minder frequent worden uitgevoerd, is al staande praktijk bij verschillende bedrijven en in verschillende landen waarnaar de Onderzoeksraad onderzoek heeft gedaan. Tegelijkertijd blijkt dat een dergelijke handelwijze nog geen gemeengoed is.

De Onderzoeksraad verwacht van een eigenaar dat hij:

- de onderhoudsbehoefte van zijn gebouw kent en hiervoor een meerjarenonderhoudsplan heeft;
- de feitelijke staat van zijn gebouw kent, inclusief eventuele risicopunten die in het verleden of bij vergelijkbare constructies zijn geconstateerd;
- een reguliere inspectie uitvoert om een eventuele achteruitgang in de constructie op te merken, ook zonder dat er concrete signalen zijn in het gebouw die een dergelijke inspectie verlangen;
- onderhoud uitvoert (zowel planmatig als bij tussentijdse geconstateerde gebreken);
- bij aanpassingen nagaat of deze passen binnen de uitgangspunten van het ontwerp.

Voor zover de eigenaar zelf niet over de benodigde kennis en expertise beschikt, moet hij deze betrekken, bijvoorbeeld van de ontwerper, de bouwer of een andere externe partij.

²¹⁷ Woningwet artikel 1a.

C.2 Referentiekader overheid

Eisen stellen

Bij gebouwen waarin veel mensen samenkomen acht de Onderzoeksraad het bewaken van de constructieve veiligheid dermate belangrijk, dat de invulling daarvan door de eigenaar geen vrijblijvende kwestie mag zijn. Periodiek onderzoek kost, afhankelijk van aard, diepgang en frequentie, tijd en geld. Op dit moment wordt aan de eigenaar overgelaten in hoeverre deze daarin wil investeren en of hij de juiste kennis daarvoor heeft. De overheid kan een vereist minimum hiervoor voorschrijven, waarmee de veiligheid wordt bevorderd en tevens voor een vlak speelveld wordt gezorgd. De Raad verwacht daarom dat het ministerie van BZK:

- periodieke onderzoeken van de constructieve veiligheid verplicht stelt voor gebouwen waar veel mensen samenkomen;
- landelijke richtlijnen opstelt voor aard, diepgang en frequentie van deze onderzoeken;
- ervoor zorgt dat deze richtlijnen proportioneel zijn met de kans van falen en de ernst van de potentiële gevolgen.

Toezicht

Onder toezicht wordt in dit rapport verstaan: het verzamelen van informatie over de vraag of een bouwwerk en het bouwen ervan voldoet aan de daaraan gestelde wettelijke eisen en normen, het zich daarna vormen van een oordeel daarover en het eventueel naar aanleiding daarvan interveniëren tijdens het bouwproces of de gebruiksfase van een gebouw.²¹⁸ Interviëren kan bijvoorbeeld door het geven van een aanwijzing of het opleggen van een bouwstop.

Er is sprake van goed toezicht als wordt voldaan aan zes voorwaarden:

- **Onafhankelijk:** Toezichthouders behoren volledig onafhankelijk te zijn van de partij waarop zij toezicht houden, politiek verantwoordelijken en andere belanghebbenden.
- **Selectief:** Het moet duidelijk zijn op welke wijze de afweging wordt gemaakt voor de vorm en inhoud van het toezicht. Daarbij is van belang dat een inschatting wordt gemaakt van de risico's die zich tijdens de bouw en het gebruik van een gebouw kunnen voordoen. De vorm en omvang van het toezicht is afgestemd op de specifieke situatie, waarbij tevens van belang is dat bouwpartijen zelf verantwoordelijk zijn voor het naleven van wet- en regelgeving.
- **Slagvaardig:** Toezichthouders beschikken over voldoende interventiebevoegdheden en maken daarvan passend gebruik als de situatie daarom vraagt.
- **Transparant:** Toezichthouders zijn transparant in hun werkwijze, de keuzes die zij hebben gemaakt bij het uitoefenen van toezicht en de resultaten van het toezicht.
- **Professioneel:** Toezichthouders zijn professioneel, goed opgeleid en hebben voldoende ervaring om hun taak zelfstandig uit te kunnen voeren.
- **Samenwerkend:** Als er meerdere toezichthouders zijn, is voor allen duidelijk hoe zij samenwerken en informatie delen.

218 Afgeleid van de definitie van de Algemene Rekenkamer: *Toezicht op uitvoering van publieke taken*, 1998.

C.3 Referentiekader veiligheidsmanagement van de Onderzoeksraad

1. De veiligheidsaanpak is gebaseerd op kennis van de veroorzakingsmechanismen van alle gevaren

Aan de basis van de veiligheidsaanpak staan:

- a. een systematische inventarisatie van de ongewenste gebeurtenissen die in het systeem kunnen optreden;
- b. een zo goed mogelijk onderbouwde inschatting van de kans dat deze ongewenste gebeurtenissen optreden;
- c. een zo goed mogelijk onderbouwde inschatting van de aard en omvang van hun gevolgen.

Op basis van de risico-inventarisatie stelt de partij vast welke risico's hij tot welk niveau wil beheersen. Waar mogelijk formuleert hij hiertoe meetbare veiligheidsdoelstellingen.

2. De veiligheidsaanpak is realistisch en expliciet vastgelegd

De partij formuleert de veiligheidsaanpak waarmee hij de voorgenomen veiligheidsdoelstellingen wil realiseren. De veiligheidsaanpak voldoet aan de volgende voorwaarden:

- a. de veiligheidsaanpak expliciteert de relatie tussen de te beheersen risico's en de te nemen preventieve en repressieve beheersmaatregelen;
- b. de veiligheidsaanpak doet recht aan:
 - i. vigerende wet- en regelgeving;
 - ii. normen, richtlijnen en *best practices* uit de branche;
 - iii. eigen inzichten en ervaringen van de organisatie.
- c. de veiligheidsaanpak omvat procedures om de veiligheidsaanpak kenbaar te maken aan hen die het moeten uitvoeren;
- d. de veiligheidsaanpak omvat procedures die voorzien in toezicht op en handhaving van de uitvoering;
- e. de veiligheidsaanpak wordt vastgelegd.

3. De veiligheidsaanpak is uitvoerbaar

De implementatie van de veiligheidsaanpak voldoet aan de volgende voorwaarden:

- a. voor de uitvoering van de veiligheidsaanpak zijn voldoende middelen en expertise beschikbaar;
- b. elk onderdeel van de veiligheidsaanpak is begrijpelijk en uitvoerbaar voor degenen die met de uitvoering ervan zijn belast.

4. De veiligheidsaanpak is een verantwoordelijkheid van het management

Het management:

- a. toont zich betrokken bij het formuleren, uitvoeren en monitoren van de veiligheidsaanpak;
- b. bevordert een organisatiecultuur waarin interne en externe veiligheid voorop staat;
- c. bevordert het bestaan van realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambities, binnen en buiten de organisatie;
- d. maakt afspraken met andere partijen over gezamenlijke risicobeheersing, indien een veiligheidsrisico of de mogelijkheden ter beheersing daarvan zich uitstrekken van de ene organisatie tot de andere.

5. De veiligheidsaanpak wordt doorlopend geëvalueerd en waar nodig bijgesteld

Dit gebeurt ten minste:

- a. pro-actief, bij voorgenomen veranderingen die raken aan de bedrijfsvoering;
- b. periodiek, bij inspecties, audits en dergelijke van de bedrijfsvoering;
- c. periodiek, bij evaluaties van de veiligheidsaanpak zelf;
- d. reactief, bij onderzoek naar ongevallen, bijna-ongevallen en andere incidenten.

Het management maakt telkens inzichtelijk of de beschikbaar gekomen gegevens aanleiding geven tot aanpassingen in de veiligheidsaanpak, en welke aanpassingen worden doorgevoerd.

CASUSSEN

Gebouwen waarbij (in de periode 2000-2020) tijdens de gebruiksfase problemen met constructieve veiligheid aan het licht kwamen					
	Typering problematiek	Type gebouw	Voorval/probleem	Probleem tot instorting geleid?	Slachtoffers
1	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
2	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
3	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
4	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
5	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
6	gevelbekleding	multi-functioneel	vallende gevelplaten	wel	
7	gevelbekleding	station	loskomende steenstrips en glaspanelen	wel	
8	gevelbekleding	kantoor-winkel	verankeren van gevelpanelen nadat deze los kwamen	niet	
9	gevelbekleding	multi-functioneel	vallende gevelplaten	wel	
10	gevelbekleding	kantoor-winkel	instorten gedeelte van gevel bij harde wind	wel	1 gewonde
11	gevelbekleding	multi-functioneel	aanpassingen aan de ophangconstructie van gevelplaten na constatering risico tot loskomen	niet	
12	gevelbekleding	kantoor	bescherming aangebracht na ontdekking barsten glas in gevel	niet	
13	gevelbekleding	publ. ruimte	vallende gevelplaten	wel	
14	gevelbekleding	station	vallende gevelplaten	wel	1 gewonde
15	vloeren (incl. ondersteuning)	parkeergarage	instorten deel parkeerdek door instabiele ondersteuning platen	wel	

Gebouwen waarbij (in de periode 2000-2020) tijdens de gebruiksfase problemen met constructieve veiligheid aan het licht kwamen

	Typering problematiek	Type gebouw	Voorval/probleem	Probleem tot instorting geleid?	Slachtoffers
16	vloeren (incl. ondersteuning)	multi-functioneel	scheuren in vloeren door ondeugdelijke constructie	niet	
17	vloeren (incl. ondersteuning)	parkeergarage	verzakking deel van dak parkeergarage	niet	
18	vloeren (incl. ondersteuning)	parkeergarage	instorten deel verdiepingsvloer	wel	
19	vloeren (incl. ondersteuning)	sportcomplex	vloeren verstevigd i.v.m. breedplaatvloerenproblematiek	niet	
20	vloeren (incl. ondersteuning)	multi-functioneel	breedplaatvloerenproblematiek, preventief ontruimd en na proeven weer in gebruik genomen	niet	
21	vloeren (incl. ondersteuning)	school	stalen balken aangebracht na constatering van langsscheuren in de kanaalplaatvloer	niet	
22	vloeren (incl. ondersteuning)	parkeergarage	breedplaatvloerenproblematiek, vloer preventief gestut en wordt hersteld	niet	
23	vloeren (incl. ondersteuning)	woningen	vloeren verstevigd i.v.m. breedplaatvloerenproblematiek	niet	
24	vloeren (incl. ondersteuning)	parkeergarage	breedplaatvloerenproblematiek, constructie is onderstempeld en wordt hersteld	niet	
25	vloeren (incl. ondersteuning)	winkel	pand ontruimd na aantreffen scheuren en bezwijking verbinding in vloer	niet	
26	vloeren (incl. ondersteuning)	multi-functioneel	breedplaatvloerenproblematiek, eigenaar gaat nieuw onderzoek doen.	niet	
27	balkon/galerij	woningen	instorten balkons door bezwijken oplegnok aan balkonplaten	wel	2 doden
28	balkon/galerij	woningen	verzakking balkon en versterken van balkons en erkers van een groot aantal woningen	niet	
29	balkon/galerij	woningen	versterken balkons na constateren ernstige gebreken	niet	

Gebouwen waarbij (in de periode 2000-2020) tijdens de gebruiksfase problemen met constructieve veiligheid aan het licht kwamen

	Typering problematiek	Type gebouw	Voorval/probleem	Probleem tot instorting geleid?	Slachtoffers
30	balkon/galerij	woningen	instorten galerij door ondeugdelijke verbindingen in houtconstructie	wel	
31	balkon/galerij	woningen	instorten gedeelte van meerdere galerijen van een woonflat	wel	
32	balkon/galerij	zorg	verzwakte balkonconstructies zijn verwijderd en vervangen	niet	
33	balkon/galerij	woningen	ondersteunen balkons na constateren ernstige gebreken, later gesloopt	niet	
34	balkon/galerij	winkel	scheuren geconstateerd in betonbalk, bij naberekening geen accuut veiligheidsprobleem	niet	
35	balkon/galerij	woningen	versterken balkons na constateren ernstige gebreken	niet	
36	balkon/galerij	woningen	instorten galerij door montagefout schroeven	wel	6 gewonden
37	dragende constructie	stadion	instorten deel tribunedak tijdens harde wind	wel	
38	dragende constructie	parkeergarage	scheuren in betonnen nokken, onderstempeld en verstevigd	niet	
39	dragende constructie	stadion	vervangen van versleten onderdelen in de overkapping en het treffen van levensduur verlengende maatregelen	niet	
40	dragende constructie	gemeentehuis	onvoldoende dekking op wapening van kolommen geconstateerd, kolommen zijn ingepakt	niet	
41	dragende constructie	kantoor	scheuren in betonnen nokken, deze zijn onderstempeld en verstevigd	niet	
42	dragende constructie	kantoor	staalkabels geknapt, ontwerpfouten in de staalconstructie ontdekt i.v.m. berekeningen voor bevestiging hangsteiger	niet	

Gebouwen waarbij (in de periode 2000-2020) tijdens de gebruiksfase problemen met constructieve veiligheid aan het licht kwamen

	Typering problematiek	Type gebouw	Voorval/probleem	Probleem tot instorting geleid?	Slachtoffers
43	dragende constructie	parkeergarage	gevonden aangetaste kolomvoet verbindingen hersteld	niet	
44	dragende constructie	woningen	huizen ontruimd vanwege instortingsgevaar vanwege verzakte daken	niet	
45	dragende constructie	sportcomplex	aanpassen van hoofdconstructie nadat sterkte en stabiliteit van hoofdconstructie onvoldoende bleek	niet	
46	platte daken - wateraccumulatie	winkel	instorten deel van dak door wateraccumulatie	wel	
47	platte daken - wateraccumulatie	evenementen	instorten dak door wateraccumulatie en ondeugdelijke dakconstructie	wel	
48	platte daken - wateraccumulatie	winkel	instorting deel van dak na zware sneeuwval	wel	
49	platte daken - wateraccumulatie	bedrijf	instorten deel van dak na zware sneeuwval	wel	
50	platte daken - wateraccumulatie	winkel	instorten deel van dak na zware sneeuw- en regenval	wel	
51	platte daken - wateraccumulatie	winkel	instorten deel dak na hevige regenval	wel	
52	overig	evenementen	vallen ventilatiekoker door corrosie	wel	
53	overig	stadion	extra wapening aangebracht na constatering overbelasting tribune	niet	
54	overig	publ. ruimte	instorten trap door foutieve houtverbinding	wel	1 dode, 7 gewonden
55	overig	publ. ruimte	instorten deel zijmuur	wel	
56	overig	school-kinderopvang	aanpassen constructie na constateren scheurvorming door misplaatste kolommen in de hoofddragconstructie	niet	
57	overig	winkel	plafond naar beneden gekomen door ondeugdelijk ophangstelsel	wel	

Gebouwen waarbij (in de periode 2000-2020) tijdens de gebruiksfase problemen met constructieve veiligheid aan het licht kwamen

	Typering problematiek	Type gebouw	Voorval/probleem	Probleem tot instorting geleid?	Slachtoffers
58	overig	woningen	onbewoonbaar maken van woningen bij risico tot bezwijking fundering, en verbeteringen aangebracht bij torens waar de standvastigheid in het geding was	niet	
59	overig	woningen	aanpassen ophangconstructie van plafond nadat deze eruit was gewaaid	wel	
60	overig	parkeergarage	instorten dragende vloer bij brand	wel	

ARUP: RAPPORTAGE TOETSING ONDERZOEK RHDHV

In opdracht van de Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft Arup een toetsing uitgevoerd van het rapport *Onderzoek naar de technische oorzaken van het gedeeltelijk bezwijken van de dakconstructie van het AFAS Stadion in Alkmaar*, dat in opdracht van AZ is opgesteld door Royal HaskoningDHV. Doel van de toetsing door Arup is vast te stellen of het forensisch onderzoek – zoals weergegeven in het RHDHV-rapport – zowel procesmatig als inhoudelijk correct en compleet is.

Het rapport van Arup is te raadplegen op de website van de Onderzoeksraad (www.onderzoeksraad.nl).

ARUP: ORDEGROOTTE ANALYSE KRACHTEN VAKWERKLIGGER AS 40

In opdracht van de Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft Arup voor een aantal situaties de orde-grootte krachten berekend in de bovenregel van de vakwerkligger op as 40 van het dak van het AZ-stadion.

Het rapport van Arup is te raadplegen op de website van de Onderzoeksraad (www.onderzoeksraad.nl).

