

Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal

Inhoudsopgave

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 1 | Algemeen | 3 |
| 2 | Doelen scope van dit protocol | 5 |
| 2.1 | Doel protocol | 5 |
| 2.2 | Scope protocol | 5 |
| 2.3 | Kwaliteitseisen uitvoerende partij/adviseur | 5 |
| 3 | Het onderzoeksproces | 6 |
| 3.1 | Stappenplan | 6 |
| 3.2 | Taken/activiteiten | 7 |
| 4 | Inventarisatie | 11 |
| 4.1 | Plaatsbezoek | 11 |
| 4.2 | Bureaustudie | 11 |
| 4.2.1 | Gebouwinformatie | 11 |
| 4.2.2 | Bureaustudie omgeving | 12 |
| 4.2.3 | Bureaustudie materiaaleigenschappen | 12 |
| 4.2.4 | Bureaustudie constructieve en technische opbouw | 12 |
| 5 | Risicosturing | 13 |
| 5.1 | Risico-inventarisatie | 13 |
| 5.2 | Ophalen aanvullende gegevens | 13 |
| 5.3 | Inspectie (en vaststellen gebouwconditie) | 14 |
| 5.3.1 | Inspectieplan | 14 |
| 5.4 | Constructieve toetsing | 15 |
| 5.5 | Eventuele maatregelen | 17 |
| 5.6 | Risico-inventarisatie | 17 |
| 6 | Rapportage | 18 |
| 6.1 | Afronding en beoordeling | 18 |
| 6.2 | Vastleggen gegevens en bevindingen | 18 |
| 6.2.1 | Archivering | 18 |
| 6.3 | Plan jaarlijkse inspectie | 18 |
| 6.4 | Plan meer-jaarlijkse beoordeling | 19 |
| 7 | Vervolg | 20 |
| 7.1 | Jaarlijkse inspectie | 20 |
| 7.2 | Meerjaarlijkse beoordeling | 20 |
| 7.3 | Tussentijdse wijzigingen of aanpassingen van de constructie van het stadion | 21 |
| Bijlage 1 | Bureaustudie constructieve veiligheid stadions betaald voetbal. | 22 |
| Bijlage 2 | Voorbeeld risico-inventarisatie | 25 |
| Bijlage 3 | Inspecties | 30 |
| Bijlage 4 | Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion | 44 |

1 Algemeen

Dit protocol geeft een handleiding aan de eigenaren van stadions voor betaald voetbal voor de borging van een constructief veilig stadion, nu en voor in de toekomst.

Het protocol beschrijft een gedetailleerd proces van gegevensverzameling en onderzoek. Met het doorlopen van dit proces is het mogelijk een hoog kennisniveau van de constructieve veiligheid van het betreffende stadion te krijgen. Op basis hiervan kan een deskundige partij/adviseur komen tot een gerechtvaardigd vertrouwen in de constructieve veiligheid van het stadion. Risico's worden in kaart gebracht en indien noodzakelijk worden maatregelen opgesteld om risico's te beheersen. Het resultaat wordt op een overzichtelijke manier gerapporteerd en vastgelegd.

Aan de hand van deze informatie kunnen eigenaren van de voetbalstadions verdere maatregelen nemen ter borging van de constructieve veiligheid, waaronder het laten uitvoeren van periodieke beoordelingen.

Het volgen van het beschreven proces zal, bij een juiste toepassing, leiden tot gelijkwaardige resultaten onafhankelijk van de uitvoerende partij.



Dit protocol is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2: Toelichting doelen en scope van dit protocol.
- Hoofdstuk 3: Stroomschema onderzoeksproces + toelichting (samengevat)
- Hoofdstukken 4 t/m 7: Uitgebreide toelichting per hoofdstap uit stroomschema
- Bijlage(n): voorbeelden en kennisdeling

Colofon

Dit protocol is een uitgave van ABT b.v. dat is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en is bedoeld als een handleiding aan onderzoekers en eigenaren van stadions voor betaald voetbal voor het (laten) uitvoeren van een onderzoek naar de constructieve veiligheid van stadions.

Het protocol is samengesteld in afstemming met een klankbordgroep (Rijksoverheid, KNVB, VBWTN/Cobc, TIS en stadioneigenaren).

Speciale dank ook aan: Chris Geurts van TNO en Erik Middelkoop van Royal HaskoningDHV.

2 Doelen scope van dit protocol

2.1 Doel protocol

Het protocol geeft een handleiding aan de eigenaren van stadions voor betaald voetbal voor het borgen van de constructieve veiligheid van hun stadion. Doel van het protocol is te komen tot een gerechtvaardigd vertrouwen in de constructieve veiligheid.

2.2 Scope protocol

Het protocol gaat uit van een risicogerichte aanpak op basis waarvan een deskundige partij/adviseur kan komen tot een gerechtvaardigd vertrouwen in de constructieve veiligheid van het voetbal stadion. Te grote risico's worden verkleind door (beheers-)maatregelen of door nader onderzoek. Acceptabele risico's worden gerapporteerd

Het protocol gaat daarbij uit van de volgende stappen:

1. Het verkrijgen van alle relevante technische informatie van het stadion om de belangrijkste gebouwkenmerken, zoals de constructieve opzet en de kwaliteit van de constructie, vast te kunnen stellen
2. De uitvoering van een beoordeling op de constructieve veiligheid van het bestaande stadion.
3. Het vaststellen welke constructieve elementen van het stadion een verhoogd risico met zich meebrengen; deze te kunnen waarmerken en beheersmaatregelen te nemen teneinde mogelijk falen van de constructie te voorkomen.
4. Het opstellen van een periodiek onderzoekstraject

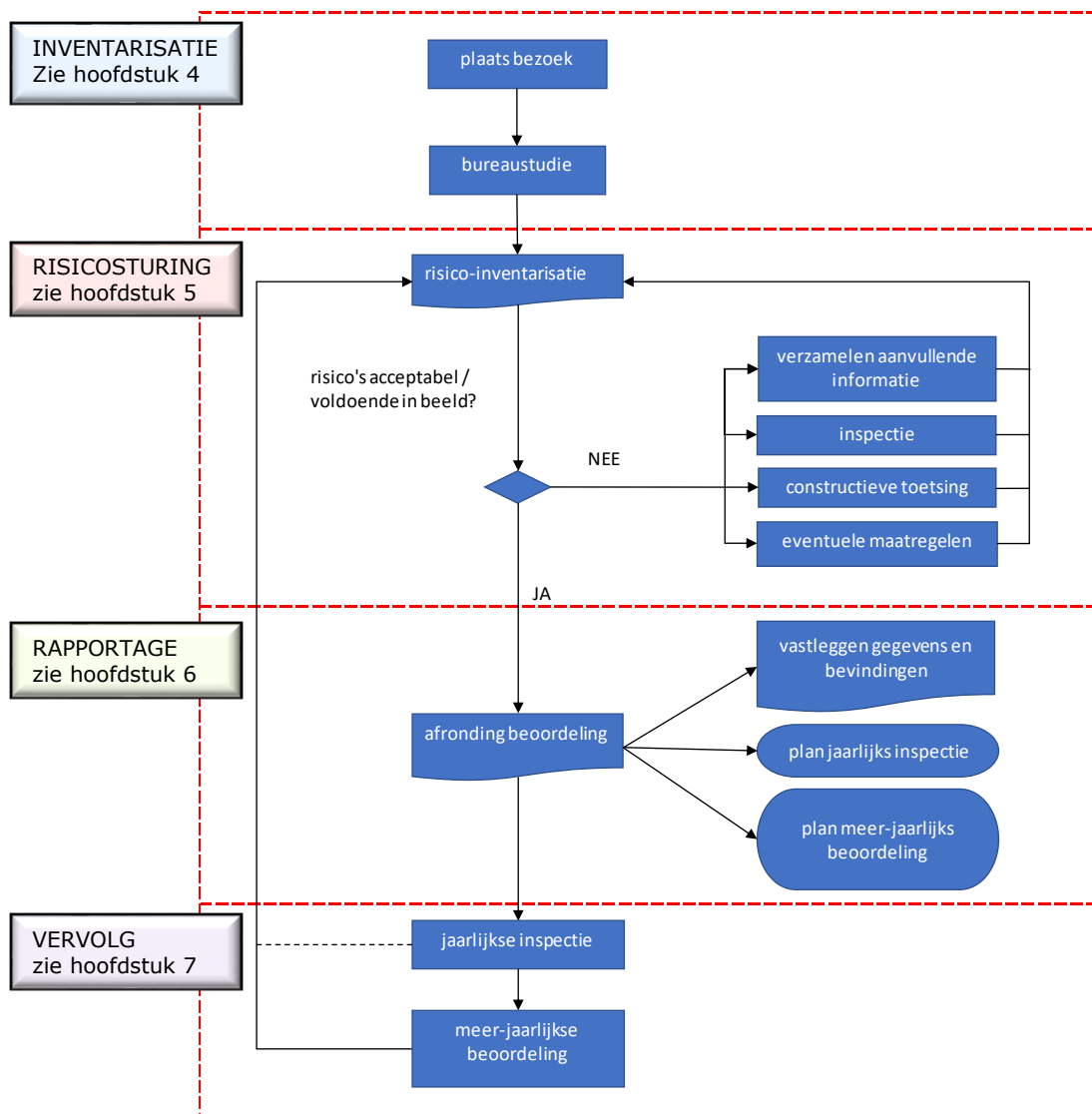
2.3 Kwaliteitseisen uitvoerende partij/adviseur

Het uitvoeren van het protocol moet worden gedaan door een deskundige partij/adviseur op het gebied van constructieve veiligheid van stadions of soortgelijke bouwwerken. Het is aan de eigenaar van het stadion opdracht te geven aan een geschikte partij/adviseur. Onafhankelijkheid van deze partij/adviseur ten opzichte van het ontwerp en de bouw van het stadion verdient de voorkeur, maar eventuele kennis betreffende het specifieke stadion kan ook juist bewust worden ingezet. De opdrachtgever kan uiteindelijk zelf kiezen voor een partij/adviseur met kennisniveau van het specifieke stadion of voor meer onafhankelijkheid.

3 Het onderzoeksproces

3.1 Stappenplan

Het protocol voor het onderzoeksproces naar de constructieve veiligheid is gebaseerd op een stappenplan. De aanpak is hierbij risicogestuurd. Dat wil zeggen dat bij onacceptabele risico's nader onderzoek wordt uitgevoerd door deze te kunnen beheersen (bv door periodieke inspecties) of door het uitsluiten van risico's (bv door risicovolle delen te vervangen) Met deze risicogestuurde aanpak wordt voorkomen dat alle mogelijke risico's op voorhand al uitgebreid moeten worden onderzocht, ook als ze acceptabel klein zijn. Het onderstaand stroomschema is hier de leidraad voor.



3.2

Taken/activiteiten

Het onderzoeksproces met betrekking tot de constructieve veiligheid van bestaande stadions betaald voetbal, zoals ook weergegeven in het voorgaande stappenplan, is opgedeeld in vier hoofdstappen:

1. **Inventarisatie**
Informatie verzamelen en de inspectie voorbereiden.
2. **Risicosturing**
Risicoanalyse, inspectie, toetsing, verzamelen van aanvullende informatie
3. **Rapportage**
Afronding beoordeling, controle en archivering
4. **Vervolg**
Uitvoeren vervolg-inspecties

In hoofdstuk 4 t/m 7 zijn bovenstaande hoofdstappen, in dezelfde volgorde, in detail beschreven. Een samenvatting hiervan, in lijn met de structuur van het voorgaande stappenplan, is in tabelvorm hierna weergegeven

Tabellen: taken en activiteiten tijdens het onderzoeksproces

| 1. | Taak/activiteit | Sub-taken | Opmerkingen |
|-----------------------|----------------------|--|--|
| INVENTARISATIE | Plaats bezoek | Verkennd onderzoek | Om een eerste indruk van het betreffende stadion te krijgen wordt een bezoek aan het stadion voorafgaand aan de bureaustudie ingepland en uitgevoerd. |
| | Bureaustudie | Informatie over project en omgeving verzamelen en beschouwen | Voor het project worden alle beschikbare gegevens verzameld en beschouwd. |
| | | De verkregen informatie evalueren | De beschikbare informatie wordt door de onderzoeker beoordeeld op volledigheid en het niveau van de informatie. Tevens of het mogelijk is om op basis van de informatie een onderzoek naar de constructieve veiligheid uit te voeren is. |
| | | Refereren aan een vergelijkbaar stadion | Op basis van de beschikbare informatie uit de bureaustudie kan worden bekeken of het project te refereren is aan een vergelijkbaar stadion. Hieruit kan men generieke risico's afleiden en vaststellen en gericht onderzoek doen. |
| | | | |

| 2. | Taak/activiteit | Sub-taken | Opmerkingen |
|--------------------|---|---|--|
| RISICOSTURING | Risico-Inventarisatie | Opstellen risicoanalyse | Indien uit de inventarisatie naar de constructieve veiligheid vervolgstappen noodzakelijk blijken, zal de uitvoerende partij/adviseur in zijn rapportage aanbevelingen opstellen voor deze vervolgstappen |
| | Verzamelen aanvullende informatie | Verkrijgen van aanvullende informatie | Indien uit de (bureau)studie onvoldoende informatie beschikbaar komt voor een goede beoordeling van de constructieve veiligheid, kan gezocht worden naar aanvullende informatie voor het opstellen van een beoordeling over de constructieve veiligheid. |
| | Inspectie | Inspectieplan | Het inspectieplan bevat de locatie en details van het onderzoek ter plaatse, de benodigdheden voor het onderzoek (materieel) en eventueel een plan voor een NDO-lasonderzoek (niet-destructief-lasonderzoek). |
| | | Bespreken inspectie plan | (Voor-)bespreken inspectieplan om de onderzoeks-locaties vast te stellen in overleg met gebouweigenaar/beheerder. |
| | | Briefing van de inspectie | De briefing wordt voorafgaand aan de inspectie georganiseerd door de onderzoeker om te bespreken hoe de inspectie zal verlopen. |
| | | Veiligheid | De beoordeling van de (werk) veiligheid tijdens de inspectie wordt voor het begin van de inspectie uitgevoerd. Hulpmaterieel kan in samenspraak worden besproken. |
| | | Materiaaltesten (alleen indien van toepassing) | Vaststellen van locaties voor materiaaltesten. |
| | Constructieve toetsing | Uitvoeren van aanvullende of controle berekeningen | Indien uit de inventarisatie en inspectie onvoldoende informatie beschikbaar komt kan door het opstellen van aanvullende of controleberekeningen inzicht worden verkregen in de constructieve veiligheid. |
| Maatregelen | Het nemen van maatregelen indien er onvoldoende inzicht kan worden verkregen in de constructieve veiligheid of dat deze onvoldoende is gewaarborgd. | Het uitvoeren van een engineer-assessment voor alle onderdelen van de hoofddraagconstructie en indien nodig aanbevelingen doen om de constructieve veiligheid van deze elementen te verhogen. | |

| 3. | Taak/activiteit | Sub-taken | Opmerkingen |
|-------------------|---|--|---|
| RAPPORTAGE | Vastleggen gegevens en bevindingen | Gebouwgegevens | De benodigde informatie om de constructieve beschrijving van het gebouw in het rapport te kunnen opnemen. |
| | | Refereren aan een vergelijkbaar stadion | Indien van toepassing vastleggen of er gebruikt is gemaakt van kennis van/ over een ander stadion. |
| | | Tekeningen, schetsen of pdf's van oorspronkelijke tekeningen | Schetsen en metingen worden uitgewerkt in een standaard schetsformaat of pdf voor de algemene constructieve beschrijving van het stadion. Daken, vloeren en tribunes worden weergegeven in schetstekening of pdf's van oorspronkelijke tekeningen op alle verdiepingen, met inbegrip van de overspanningsrichting, vloertype en verwijzingen naar foto's. |
| | | Oorspronkelijke of aanvullende berekeningen | Berekeningen worden op pdf-formaat verzameld en of vastgelegd |
| | | Materiaaltesten | Indien van toepassing. |
| | | Grondonderzoeken | Indien van toepassing. |
| | | Opstellen rapportage | Het verwerken van alle verkregen data bij het onderzoek naar de constructieve veiligheid in een rapportage. belangrijke data: – Documentenlijst opnemen – Risicoanalyse – Conclusie en aanbevelingen |
| | Plan van aanpak voor jaarlijkse of meer-jaarlijkse beoordeling | Opstellen van plan van aanpak voor vervolgonderzoeken | Advies opstellen voor vervolgonderzoeken in een jaarlijkse inspectie en een meer-jaarlijkse beoordelingen. |
| | Controle en goedkeuring | - | De rapportage en inspectie data worden gecontroleerd voor vrijgave. |

| 4. | Taak/activiteit | Sub-taken | Opmerkingen |
|----------------|------------------------------------|-----------|--|
| VERVOLG | Jaarlijkse inspectie | - | Deze inspectie hoeft niet door een constructief deskundige worden uitgevoerd en zal in eerste instantie een visuele inspectie kunnen zijn. Indien uit het plan van aanpak volgt dat dit voor bepaalde jaarlijks te beoordelen aspecten wel nodig is, kan/moet worden opgeschaald naar een breder en dieper onderzoek door een deskundige . |
| | Meer-jaarlijkse beoordeling | - | Deze inspectie vraagt een breder en dieper onderzoek en moet door een deskundige worden uitgevoerd. |
| | | | |

4 Inventarisatie

Het doel van de inventarisatie is het verzamelen en evalueren van alle beschikbare technische informatie over het gebouw, dit om uitgebreid inzicht in het constructieve systeem van het gebouw te krijgen.

Het omvat onder andere inzicht in de geometrie, de opzet hoofddragstructuur inclusief stabiliteitsvoorzieningen, het gehanteerde rekenkundig veiligheidsniveau, de gerekende belastingen, de details en de toegepaste materialen.

Voor een eerste beeldvorming wordt geadviseerd voorafgaande aan de bureaustudie een plaatsbezoek aan de locatie te plannen.

Zie Bijlage 1: "Bureaustudie constructieve veiligheid stadions betaald voetbal."

4.1 Plaatsbezoek

Een eerste plaatsbezoek wordt beschouwd als een verkennend onderzoek, waarbij een algemene indruk over het gebouw en de constructie kan worden verzameld en/of getoetst. Geadviseerd wordt vooraf aan de bureaustudie altijd een plaatsbezoek (verkennend onderzoek) te organiseren. Dit geeft direct een goed beeld van de bestaande bouw, mogelijke aandachtspunten en zal de onderzoeker sneller door de gebouwinformatie leiden.

Tijdens het verkennend onderzoek kan het volgende worden verzameld:

- foto's van het gebouw, buiten en binnen;
- schetsen (plattegronden en doorsnedes);
- schetsen (details).

4.2 Bureaustudie

4.2.1 Gebouwinformatie

Tijdens de bureaustudie wordt alle mogelijke gebouwinformatie verzameld en beoordeeld. Er wordt geïnventariseerd welke informatie eventueel al beschikbaar is en uit welke informatiebronnen deze informatie afkomstig is. De volgende lijst van informatiebronnen kan mogelijk geraadpleegd worden.

Archieven:

- gemeenten
- gebouweigenaar (incl. recente wijzigingen/verbouwingen)
- architecten
- ingenieursbureaus
- hoofdaannemers
- onderaannemers (staal en prefabbeton)

Stukken:

- tekeningen
- berekeningen
- rapporten (bv geotechnische onderzoeken of eerdere inspecties)
- fotomateriaal
- schaderapporten
- onderhoudsrapporten

Aan het eind van de bureaustudie beoordeelt de onderzoeker de hoeveelheid en de kwaliteit en relevantie van de beschikbare informatie over het gebouw en de locatie.

Aanvullende informatie kan in de vervolgstap (risicosturing) of door een aanvullend verkennend onderzoek op locatie worden verzameld. Alle uit de bureaustudie afkomstige gegevens dienen gecontroleerd te worden op de "asbuilt"- situatie.

4.2.2 *Bureaustudie omgeving*

Bij de bureaustudie over de omgeving wordt onderzocht of er voldoende informatie over de locatie beschikbaar is om een onder- en bovengrens af te leiden voor de gehanteerde ontwerp-windbelasting op het stadion. Als er onvoldoende informatie beschikbaar is en/of deze onvoldoende representatief wordt geacht, kan er een onderzoek worden uitgevoerd om de ontbrekende informatie te verzamelen. Een windtunnelonderzoek behoort hierbij tot de mogelijkheden.

4.2.3 *Bureaustudie materiaaleigenschappen*

Bij de bureaustudie over de materiaaleigenschappen wordt geëvalueerd of er voldoende informatie beschikbaar is over de gebruikte materialen in de hoofddraagconstructie. Wanneer er materiaaltesten nodig zijn, dan wordt dit opgenomen in het inspectieplan en worden er gedetailleerdere specificaties geleverd voorafgaand aan de inspectie. De geschikte plek voor de materiaaltesten wordt tijdens het bespreken van het inspectieplan of de inspectie geïdentificeerd.

4.2.4 *Bureaustudie constructieve en technische opbouw*

Bij de bureaustudie naar de constructieve veiligheid van het stadion wordt een analyse uitgevoerd over de beschikbare informatie en verkregen documenten om inzicht te krijgen in de constructieve en technische opbouw en capaciteit van de huidige constructie van het stadion. De analyse betreft een kwalitatieve beoordeling op de constructieve uitgangspunten. De volgende lijst kan richting geven voor deze kwalitatieve beoordeling:

- analyse (globale) algehele opzet hoofddraagconstructie, fundering en stabiliteitsprincipe van het stadion;
- beoordeling aangehouden (ontwerp-)belastingen, belastingcombinaties en overige uitgangspunten op relevante regelgeving van de landelijke overheid (*);
- analyse juistheid en vertaling van het ontwerp van de hoofdconstructeur t/m de uitvoeringsgerede documenten;
- analyse constructieve uitwerking staalconstructie;
- analyse constructieve uitwerking betonconstructie;
- analyse constructieve uitwerking over de toegepaste bouwmaterialen;
- analyse detailuitwerking;
- analyse vloerafscheidingen;
- impact uitbreidingen en aanpassingen van het oorspronkelijk ontwerp;
- impact belastingtoename (door bijvoorbeeld zonnepanelen, installaties, etc.) op het oorspronkelijk ontwerp;
- oorzaak schades en impact eventueel schadeherstel op het oorspronkelijk ontwerp;
- etc.

(* zie Bijlage 4: notitie "Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion"

5 Risicosturing

5.1 *Risico-inventarisatie*

Dit is een belangrijk onderdeel van de beoordeling. In de risico-inventarisatie/analyse wordt vastgesteld wáár de risico's groot zijn. Dit is mede afhankelijk van de beschikbare informatie. DÍ onderdelen waarvan het risico (potentieel) groot is, zullen ófwel aan een nadere beoordeling worden onderworpen, ófwel de risico's worden gemitigeerd.



In de stap "risicosturing" wordt, middels het verzamelen van aanvullende informatie en/of een constructieve toetsing en/of een inspectie, samen met eventueel maatregelen, gekomen tot een nieuwe risico-inventarisatie.

In deze risicosturing wordt van grof naar fijn gewerkt. Hiermee wordt bedoeld dat bijvoorbeeld eerst enkele gehele bouwdelen als potentieel risicovol worden bestempeld. Via grof onderzoek kan dit leiden tot een beoordeling, waarbij voor een aantal bouwdelen de zorg snel weggenomen kan worden. Enkel dí bouwdelen waarover twijfel blijft bestaan worden nader onderzocht. Hetzelfde geldt vervolgens op elementniveau en indien aan de orde op detailniveau.

De risico-inventarisatie wordt opgesteld in de vorm van een tabel. In de risico-inventarisatie matrix kunnen de volgende aspecten te worden vastgelegd:

- wat is de mogelijk ongewenste gebeurtenis?
- door welke oorzaak en met welke kans kan deze gebeurtenis zich voordoen?
- wat is het mogelijk *gevolg* van deze gebeurtenis?
- wat is de classificatie van het risico waarbij kwalitatief ook de kans wordt beschouwd dat de ongewenste gebeurtenis optreedt (acceptabel, aandacht, kritiek of onacceptabel)?
- op welke discipline heeft het risico betrekking? (constructie, geotechniek, bouwkunde, installaties)
- welke maatregelen zijn er nodig om het risico beheersbaar te maken?

Indien uit de bureaustudie naar de constructieve veiligheid vervolgstappen noodzakelijk blijken, zal de onderzoeker / constructeur in de risico-inventarisatie aanbeveling opstellen voor deze vervolgstappen.

De geadviseerde vervolgstap wordt vermeld met een van de volgende mogelijke risicoklasse:

- maatregelen niet vereist.
- nadere onderzoek vereist.
- maatregelen vereist.

Voor de risico-inventarisatie is een template opgezet. Deze geeft een basis (doch niet volledig) voor de mogelijke risico's, welke bij stadions aan de orde kunnen zijn. De onderzoeker dient te allen tijde deze met kennis van zaken te gebruiken, aan te passen en/of uit te breiden naar de verkregen inzichten en constatering met betrekking tot het desbetreffende stadion.

Zie Bijlage 2: "Voorbeeld risico-inventarisatie"

5.2 *Ophalen aanvullende gegevens*

Uit de bureaustudie en de risicoanalyse, uitgevoerd op de beschikbaar gestelde informatie, kan blijken dat er van gebouwdelen onvoldoende informatie beschikbaar is om een gewogen oordeel te kunnen geven.

Aanvullende informatie zal dan moeten worden verkregen van de betreffende gebouwdelen.

In veel gevallen zal een eerste bureaustudie gebaseerd zijn op informatie (incl. recente wijzigingen/verbouwingen/schaderapporten/onderhoudsrapporten) uit de volgende archieven:

- gemeenten
- gebouweigenaar

Aanvullende informatie kan worden verkregen door het benaderen van ingenieurbureaus, hoofdaannemers en onderaannemers (staal en prefabbeton), die verantwoordelijk of betrokken zijn geweest bij de realisatie van het stadion.

Indien geen aanvullende informatie beschikbaar is of informatie verouderd/incompleet blijkt, beoordeelt de deskundige de noodzaak van het beschikbaar krijgen van deze informatie. Danwel door een nog diepgravender onderzoek, ofwel door het uitvoeren van inspecties.

5.3 *Inspectie (en vaststellen gebouwconditie)*

De voorbereiding van de inspectie begint wanneer uit de risico-inventarisatie blijkt dat (op onderdelen) onvoldoende informatie over het gebouw of haar onderdelen beschikbaar is en deze (enkel) door onderzoek ter plaatse kan worden verkregen. Het inspectieplan beschrijft naast wat de inspectie inhoudt ook hoe de benodigde informatie tijdens de inspectie wordt verkregen.

De inspecties tijdens de fase 'risicosturing' kunnen meerdere doelen hebben:

- Ter verificatie:
 - o Nazien dat het gebouw en de constructie daadwerkelijk gemaakt is conform stukken uit de bureaustudie;
 - o Nazien of er afwijkingen zijn ten opzichte van de bureaustudie:
 - verbouwingen
 - aanpassingen van de structuur
 - aanpassingen van de belastingen
 - schades
- Ter vaststelling:
 - o Nazien wat de huidige conditie is van het gebouw en van specifieke onderdelen;
 - o Specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld naar:
 - brandwerendheid hoofdconstructie m.b.t. bezwijken (overige beoordeling brandveiligheid is geen onderdeel van dit protocol)
 - lassen in stalen verbindingen
 - carbonatatie van beton
 - conservering van staal
 - vervormingen / doorbuigingen
 - scheurvorming
 - kwaliteit bevestiging en ophangpunten installaties aan daken
 - kwaliteit tribune-balustrades, barriers, afscheidingen, hekwerken, leuning, valbeveiliging ed.

5.3.1 *Inspectieplan*

Het inspectieplan ondersteunt de inspectie. In dit plan wordt beschreven welke informatie tijdens de inspectie wordt opgehaald.

De inspectie kan:

- enkel visueel zijn;
- (deels) bestaan uit niet-destructief onderzoek;
- (deels) bestaan uit destructief onderzoek.

In het algemeen is de inspectie gebaseerd op de conditiebepaling van de constructieve (stalen en betonnen) onderdelen en zal op een niet-destructieve wijze plaatsvinden.

Een destructief onderzoek moet altijd in overleg met en onder akkoord van gebouweigenaar

plaatsvinden. Dit onderzoek moet worden verricht zonder het huidige veiligheidsniveau van het stadion negatief te beïnvloeden.

In het inspectieplan zal een uitspraak moeten worden gedaan over de aard en omvang van detailinspecties en (destructieve) onderzoeken. Bij repetitieve aspecten of onderdelen kan overwogen worden slechts een (beperkte) steekproef uit te voeren. Het is aan de onderzoeker om tot een acceptabele grootte van de steekproef te komen. Als de resultaten van de steekproef een (te) grote variatie vertonen, wordt dit heroverwogen. Bij niet repetitieve aspecten of onderdelen ligt een steekproefsgewijze controle minder voor de hand.

Tijdens het bespreken van het inspectieplan dient overeenstemming te worden bereikt met de gebouweigenaar of initiatiefnemer/opdrachtgever van dit onderzoek. Hierbij wordt nadrukkelijk aandacht geschonken aan het veilig kunnen verrichten van de inspectiewerkzaamheden en aan de maatregelen die hiervoor eventueel benodigd zijn.

Zie Bijlage 3: "Inspecties"

5.4

Constructieve toetsing

Bij het beoordelen van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk dient bij twijfel aan de constructieve veiligheid, conform het Bouwbesluit §2.1.2, getoetst te worden aan de NEN 8700.

Er zal aannemelijk gemaakt moeten worden dat de bestaande constructie van een stadion minimaal nog zoveel reststerkte heeft dat zij, tijdens de in de norm vastgestelde restlevensduur met de vereiste betrouwbaarheidsniveaus:

- a) alle belastingen en invloeden, die kunnen optreden tijdens het gebruik, zal weerstaan;
- b) geschikt zal blijven voor het gebruik waarvoor zij is bestemd.

Dit betreft het niveau 'afkeur' conform de NEN 8700.

Gebouwen die zijn vergund ná 1 april 2012 zijn berekend volgens de huidige nieuwbouwnormen. Als de betreffende gebouwen correct zijn berekend en er geen (belasting-)wijzigingen of verbouwingen hebben plaatsgevonden, mag worden aangenomen dat ze ook aan de afkeureisen van NEN 8700 zullen voldoen.

Gebouwen die zijn vergund vóór april 2012, zijn ontworpen op basis van een andere veiligheidsbeschouwing dan die nu, bij het ontwerp volgens NEN-EN 1990 of beoordeling volgens NEN 8700, wordt gebruikt.

In de bijlage: "Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion" is een vergelijking gemaakt van de NEN 8700, eisen afkeur en de NEN 6702, eisen nieuwbouw. Hierbij is de laatst uitgegeven NEN 6702:2007 gehanteerd.

NB: Voor een vergelijking met constructies ontworpen op basis van TGB 1972 of TGB 1955 met de NEN 8700 kan een gelijkwaardige aanpak worden aangehouden.

In onderstaande tabellen zijn overzichten opgenomen over gehanteerde (belastings-) factoren. Nadrukkelijk wordt gewezen, dat in oudere normen (voor 1990), een andere benaderingswijze in het bepalen van de constructieve veiligheid is gehanteerd. Specifiek vergelijkingsonderzoek voor deze oudere normen is noodzakelijk.

| TGB 1955: | |
|-----------|--|
| Beton | : belastingfactor = 1,5 (= 1,8 breukmethode / 1,2 materiaalfactor) |
| Staal | : veiligheidsfactor = 1 met toelaatbare max. staalspanning = 140 N/mm ² |
| Wind | : windfactoren en stuwdrukwaardes kunnen afwijken. |

| TGB 1972: | |
|-----------|---|
| Beton | : belastingfactor = 1,42 (= 1,7 / 1,2 materiaalfactor) |
| Wapening | : belastingfactor = 1,5 (= 1,7 / 1,15 materiaalfactor) |
| Staal | : belastingfactor = 1,5 (= 1,5 / 1,00 materiaalfactor) |
| Hout | : belastingfactor = 1,0 (= 1,0 / 1,00 materiaalfactor, o.b.v. representatieve waarden met als toelaatbare spanningen: constructiehout buigspanning _{rep.} 10 N/mm ² standaard bouwhout toelaatbare buigspanning _{rep.} 7 N/mm ² |

| TGB 1990 (NEN 6702): | |
|--|---|
| Veiligheidsklasse VK3 (CC2, NEN EN 1990) | |
| Beton | : blijvende belasting x 1,2 & veranderlijke belastingen x 1,5 |
| Wapening | : blijvende belasting x 1,2 & veranderlijke belastingen x 1,5 |
| Staal | : blijvende belasting x 1,2 & veranderlijke belastingen x 1,5 |
| Hout | : blijvende belasting x 1,2 & veranderlijke belastingen x 1,5 |

| Aanvulling NEN 8700 | |
|---------------------|--|
| Belastingfactoren | |
| CC3 | : blijvende belasting ongunstig x 1,2 |
| | : opgelegde belastingen |
| | dak x 1,3 x 0,87 |
| | regen x 1,3 x 0,81 |
| | sneeuw x 1,3 x 0,75 |
| | wind.1 x 1,3 x 0,93 |
| | wind.2 x 1,5 x 0,93, indien wind maatgevend |
| | vloeren x 1,3 x 0,95 |
| Beton | : (dwarskracht-) berekening bestaand beton volgens NEN 8702; hier mag gerekend worden met een "tau 1" bij bepaling van de dwarskrachtwapening. Dit was voorheen (TGB 1990 en TGB 1972) ook gebruikelijk. |
| Sneeuw | : Let op eventuele excentrische belasting op daken. |
| Wind | : De bepaling van de windbelasting volgens voorgaande normen is op diverse punten afwijkend van NEN-EN 1991-1-4. Windbelasting is een bepalende (vaak maatgevende) belasting bij de berekening van tribune overkappingen bij stadions. |
| Trillingen | : zie notitie |
| Vermoeiing | : zie notitie |

Een controle op 2e draagweg is volgens NEN 8700 niet noodzakelijk:

"Voor de buitengewone belasting moet zijn uitgegaan van NEN-EN 1991-1-2 en NEN-EN 1991-1-7. Voor het beoordelen of het afkeurniveau van een constructie is onderschreden, moet alleen rekening worden gehouden met de buitengewone belasting 'brand'.

Hoewel het voor de publiekrechtelijke afkeurtoetsing niet van belang is, verdient het aanbeveling te bezien of en in hoeverre de te beoordelen constructie bestand is tegen buitengewone belastingen als gespecificeerd in NEN-EN 1991-1-7."

Zie Bijlage 2: notitie "Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion"

5.5

Eventuele maatregelen

Het kan zijn dat uit de risico-inventarisatie blijkt dat op (onderdelen van) de constructie de risico's onacceptabel zijn. Als de risico's niet verder (aantoonbaar) kunnen worden verminderd door het verzamelen van aanvullende informatie, door het verkrijgen van aanvullende informatie uit een inspectie of door het uitvoeren van een (uitgebreidere) constructieve toetsing, dan dient het resterende (te hoge) risico gemitigeerd te worden.

Te denken valt aan:

- het verminderen van te hoge belastingen
 - o door zonnepanelen
 - o door installaties
 - o lokale windbelastingen
 - o gebruiksfunctie vloeren verlagen
 - o ...
- het herstellen van constructie onderdelen in beton
 - o herstellen carbonatatieschade
 - o injecteren scheuren
 - o herstellen beschadigd beton
 - o versterken met koolstoflijmwapening
 - o ...
- het herstellen van constructie onderdelen in staal
 - o versterken van (las-)verbindingen
 - o verbeteren van slechte detailleringen
 - o corrosiebescherming aanbrengen
 - o ...
- het slopen van onveilige gebouwdelen of constructies

NB De eigenaar van het gebouw is te allen tijde verantwoordelijk voor de constructieve veiligheid en het voldoen van het stadion aan het Bouwbesluit. Wanneer wordt vastgesteld dat niet aan de eisen aan de constructieve veiligheid kan worden voldaan, dient de eigenaar van het gebouw het bevoegd gezag op de hoogte te brengen. In samenspraak met de onderzoekende partij /adviseur en het bevoegde gezag kunnen maatregelen en vervolgstappen worden vastgelegd.

5.6

Risico-inventarisatie

Met de verkregen informatie zal de risicosturing altijd weer worden afgesloten met een hernieuwde risico-inventarisatie volgens par. 5.1.

6 Rapportage

Het onderzoek naar de constructieve veiligheid van stadions voor het betaald voetbal wordt vastgelegd in een rapportage, die een doeltreffende samenvatting geeft van de verkregen informatie.

6.1 *Afronding en beoordeling*

Het rapport bevat de bevindingen en conclusies over de constructieve veiligheid die zijn getrokken aan de hand van de verkregen informatie uit de bureaustudie en onderzoeken en inspecties op locatie. Op basis hiervan kan de onderzoeker aangeven dat er een gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de constructieve veiligheid van het stadion voldoet aan het Bouwbesluit.

Het gerechtvaardigd vertrouwen betreft een momentopname (nulmeting) van de constructieve veiligheid van het stadion, die geldig blijft bij ongewijzigde omstandigheden. (zie ook onder paragraaf 7.3) Middels het uitvoeren van de jaarlijkse inspecties en meerjaarlijkse beoordelingen, zoals in het rapport zijn vastgelegd (plan van aanpak), kan dit gerechtvaardigde vertrouwen worden gecontinueerd.

6.2 *Vastleggen gegevens en bevindingen*

6.2.1 *Archivering*

Het opgebouwde dossier van het dossier is van grote waarde voor het blijven borgen van de constructieve veiligheid. Op basis van het dossier kan in de toekomst eenvoudiger een herbeoordeling plaatsvinden. Ook kan het dossier gebruikt worden bij mogelijke verbouwingen. Daarnaast kan het dossier gebruikt worden om degradatie van constructieve onderdelen in de (toekomstige) tijd vast te kunnen leggen.

Dit is relevant voor de onderstaande items:

- tekeningen
- (3d-) modellen
- originele berekeningen
- controle berekeningen
- foto's
- schetsen
- alle inspectie- en schade rapporten
- resultaten en data aanvullende onderzoeken
 - o windtunnel onderzoeken
 - o materiaaltesten
 - o andere (niet-)destructieve onderzoeken

De stukken worden uniform, overzichtelijk en gestandaardiseerd gearchiveerd, waarbij de nodige aandacht wordt gegeven aan versiebeheer. Het archief wordt ter beschikking gesteld aan de bouweigenaar. De bouweigenaar draagt zorg en neemt verantwoordelijkheid voor het bewaren en up-to-date houden van het complete dossier.

6.3 *Plan jaarlijkse inspectie*

Een jaarlijkse inspectie wordt gepland voor alle gebouw- of constructiedelen, die op eenvoudige wijze uitgevoerd en jaarlijks beschouwd dienen te worden. Uitgangspunt hierbij is, dat inspectie plaats vindt binnen vooraf gedefinieerde kaders. Deze kaders worden in het 'plan jaarlijkse inspectie' vastgelegd.

Een verdere toelichting op de jaarlijkse inspectie wordt gegeven in paragraaf 7.1.

6.4

Plan meer-jaarlijkse beoordeling

De meer-jaarlijkse beoordeling wordt gepland voor alle gebouw- of constructieonderdelen, waarbij regelmatig de conditie door deskundigen beschouwd dient te worden. Uitgangspunt hierbij is dat beoordeling ten minste plaats vindt op vooraf gedefinieerde onderdelen en vooraf gedefinieerde tijdspannes. Deze kaders worden in het 'plan meer-jaarlijkse beoordeling' vastgelegd.

Een verdere toelichting op de meer-jaarlijkse beoordeling wordt gegeven in paragraaf 7.2.

7 Vervolg

7.1 *Jaarlijkse inspectie*

Afhankelijk van de bevindingen van de risicoanalyse kunnen er aspecten zijn waar jaarlijks op geïnspecteerd dient te worden. Een jaarlijkse inspectie is een conditiemeting, waarin wordt onderzocht of de constructieve veiligheid ten opzichte van de nulmeting, die is vastgelegd in een eerste rapportage als resultaat van de beoordeling op de constructieve veiligheid volgens dit protocol nog steeds van toepassing is. Deze inspectie kan zeer doelgericht worden gehouden, omdat met de nulmeting de risicovolle onderdelen bekend zijn geworden. Hierbij gaat het om inspecties die niet door constructieve deskundigen moeten worden uitgevoerd, maar bijvoorbeeld door de eigen technische dienst. Hierbij is enige affiniteit met gebouwbeheer wel aan te raden.

Zij inspecteren en oordelen of de bevindingen uit deze jaarlijkse inspecties voldoen aan de vooraf meegegeven kaders. Als de bevindingen binnen deze kaders blijven hoeft er geen actie te worden genomen en is er geen aanleiding tot een nadere (her)beoordeling. Als de bevindingen afwijken van de in het plan meegegeven kaders, dan wordt dit aan de opstellers gemeld.

Voorbeelden (doch niet volledig) die bij een jaarlijkse inspectie beschouwd kunnen worden:

- corrosie bij kritische details
- nieuwe of toenemende scheurvorming in betonnen onderdelen van de hoofddraagconstructie, in het bijzonder dynamisch belaste onderdelen, zoals tribune-elementen of tribuneliggers;
- afwijkingen bij dilataties;
- waarneming van grote vervormingen of doorbuigingen;
- afwijkingen in details (staal en beton);
- scheurvormingen en vervormingen in details, inclusief lassen;
- afwijkingen op de overgangen van beton naar staalconstructies;

Van iedere jaarlijkse inspectie wordt een verslag opgesteld en deze is traceerbaar in het technisch archief van het stadion.

7.2 *Meerjaarlijkse beoordeling*

Afhankelijk van de bevindingen van de risicoanalyse kunnen er aspecten zijn waar ten tijde van onderhoud of op regelmatige basis om de paar jaar op geïnspecteerd dient te worden. Hierbij gaat het om specialistische inspecties die veelal door constructieve deskundigen moeten worden uitgevoerd. Deze inspecties leiden tot een meerjaarlijkse herbeoordeling van de constructieve veiligheid.

Een meerjaarlijkse beoordeling is een inspectie die uitgevoerd wordt door een deskundige, waarbij niet kan worden volstaan met een inspectie door een algemeen opgeleide inspecteur. Van de deskundige wordt verwacht dat hij/zij een eendoordeel kan en zal vellen over de feitelijke staat van de constructie op basis van zijn eigen waarnemingen en in relatie tot de bevindingen van de 0-meting en eventuele vaststellingen uit de jaarlijkse inspecties.

De expertise komt vaak van (ingenieur- of advies-) bureaus die zich verregaand bekwaamd hebben in de kennis over constructieve veiligheid van stadions in het bijzonder.

De meer-jaarlijkse beoordeling kan mogelijk gekoppeld worden aan een meer-jaarlijks onderhoudsplan. Dit kan in het overleg tussen de onderzoekers en de opdrachtgever beschouwd worden.

7.3

Tussentijdse wijzigingen of aanpassingen van de constructie van het stadion

Tussen de geplande jaarlijkse inspectie of een meerjaarlijkse beoordeling kunnen wijzigingen ,aanpassingen of een ander gebruik van de constructie (onderdelen van) het stadion plaatsvinden. Het is de verantwoordelijkheid van de eigenaar om bij deze wijzigingen of aanpassingen door een deskundige partij te laten nagaan of voldaan wordt aan de constructieve veiligheidseisen,

Het verdient daarbij de aanbeveling om aan deze partij de eerder verzamelde stukken en beoordeling van constructieve veiligheid (nulmeting, periodiek inspecties) ter beschikking te stellen voor zover relevant. Informatie over de wijziging/aanpassing en de beoordeling door de deskundige partij moeten vervolgens in het archief worden opgenomen ten behoeve van de jaarlijkse inspecties of meerjaarlijkse beoordeling.

-- Einde protocol --

Bijlage 1 Bureaustudie constructieve veiligheid stadions betaald voetbal.

Zie ook hoofdstuk 4 van protocol "beoordeling constructieve veiligheid stadions betaald voetbal"

Bij de bureaustudie naar de constructieve veiligheid van stadions wordt een analyse uitgevoerd over de beschikbare informatie en verkregen archiefdocumenten om inzicht te krijgen in de constructieve en technische opbouw en capaciteit van de huidige constructie van het stadion. De analyse betreft een kwalitatieve beoordeling op de constructieve uitgangspunten.

De volgende lijst kan richting geven bij de kwalitatieve beoordeling:

- Analyse (globale) algehele opzet hoofddraagconstructie en stabiliteitsprincipe van het stadion
- Beoordeling aangehouden (ontwerp-)belastingen en overige uitgangspunten op relevante regelgeving van de landelijke overheid
- Analyse constructieve uitwerking staalconstructies
- Analyse constructieve uitwerking betonconstructies
- Analyse detailuitwerking
- Impact uitbreidingen / aanpassingen op het oorspronkelijk ontwerp

Hieronder wordt de invulling van een aantal beschouwingen nader toegelicht.

Archiefdocumenten

Bij een start van de beoordeling van de constructieve veiligheid van een stadion moeten archiefstukken (tekeningen en berekeningen) beschikbaar zijn. Deze moeten bij voorkeur van zowel de ontwerpfasen als de bouwfasen (as built-fase) zijn; Tevens zullen rapporten van uitbreidingsfasen of onderhoudsrapporten, die na gereedkomen van het stadion zijn uitgevoerd, belangrijke informatie geven over conditie van het stadion. Bij verbouwingen en wijzigingen valt te denken aan plaatsing zonnepanelen, ophanging nieuwe installaties (licht, geluid, warmte), aanbrengen onderhoudsvoorzieningen, voorzieningen voor evenementen, etc.

Uit archiefdocumenten moet bij voorkeur ook kunnen worden afgeleid welke partijen betrokken zijn geweest:

- welke constructeur is verantwoordelijk geweest voor het constructief ontwerp en tijdens de uitvoering
- welke hoofdaannemer heeft het stadion gerealiseerd;
- welke staalbouwer is betrokken geweest en welke deel-constructeur was verantwoordelijk voor de detailuitwerking (staal);
- welke prefab-beton-leverancier en zijn deel-constructeur zijn betrokken geweest;
- welke partijen zijn bij de diverse uitbreidingen betrokken geweest bij de toets op de bestaande hoofddraagconstructie; is er bijvoorbeeld voldoende reservecapaciteit voor extra belasting geweest/aangehouden;
- etc.

Bestuderen verstrekte gegevens

Uit een analyse van de verstrekte documenten moet bij voorkeur inzicht worden verkregen in de constructieve en technische opbouw en capaciteit van de huidige constructies. De analyse betreft een kwalitatieve beoordeling op de constructieve uitgangspunten. Een kwantitatieve beschouwing, bijvoorbeeld middels controleberekeningen, zal (nog) niet tot de scope van deze analyse behoren.

Analyse constructieve hoofdpopzet

Uit deze analyse moet inzicht worden verkregen in de constructieve opbouw van de constructie. Hierbij moet onder andere duidelijk worden:

- welke onderdelen de hoofddraagconstructie vormen, die zorgdragen voor de afdracht van belastingen;
- welke onderdelen verzorgen de (lokale) stabiliteit van het stadion;

- waar bevinden zich eventuele dilataties; is de gebouwlengte zodanig dat in verband met werking door krimp en temperatuur in de langs richting van tribunes dilataties zijn toegepast;
- welke uitgangspunten voor de belastingen en vervormingen zijn gebruikt zoals
 - o classificatie, veiligheidsfactoren en combinaties; is er bijvoorbeeld vanuit een veiligheidsfilosofie gekozen voor hogere veiligheidsfactoren.
 - o overzicht opgelegde belastingen en blijvende belastingen;
 - o windbelastingen;
 - o eventuele dynamische belastingen;
 - o eventuele andere belastingen, denk aan aanrijdbelastingen of explosiebelastingen;
 - o eisen aan vervormingen, trillingen of Eigenfrequenties.
- is er een analyse uitgevoerd op een tweede draagweg of is er een veiligheidsfilosofie gehanteerd in het ontwerp; te denk valt aan:
 - o onderdelen die een bijzondere gevoeligheid hebben of als zodanig kunnen worden gekwalificeerd;
 - o onderdelen waarvan bezwijken tot voortschrijdende instorting kan leiden.
- heeft de bouwfase invloed gehad op de schematisering van de constructie ten opzichte van de uitgangspunten in het ontwerp;
- etc.

Analyse uitwerking staalconstructies

Uit deze analyse moet inzicht worden verkregen in een juiste overdracht van de uitgangspunten in de hoofddraagconstructie vanuit het ontwerp naar de uitvoering. Is er voldoende inzicht verschaft in de schematisering van de hoofddraagconstructie op basis waarvan de benodigde materiaal-doorsnedes zijn bepaald.

Hierbij moet onder andere duidelijk worden:

- welke schematisering is gebruikt in het ontwerp en komt deze (nog) overeen met de schematisering vanuit de bouwfase of vanuit latere aanpassingen in de tijd;
- is of kan de bouwfase van invloed zijn geweest op de aangehouden schematisering in het ontwerp; denk aan bouw- en montagevolgorde;
- hoe zijn eventuele dilataties verwerkt in de schematisering;
- welke onderdelen verzorgen de (lokale) stabiliteit ;
- is er bij de schematisering voldoende aandacht geweest voor de kniklengtes van onderdelen of samengestelde onderdelen;
- etc.

Analyse uitwerking betonconstructie

Uit deze analyse moet inzicht worden verkregen in een juiste overdracht van de uitgangspunten in de hoofddraagconstructie vanuit het ontwerp naar de uitvoering. Is er voldoende inzicht verschaft in de schematisering van de hoofddraagconstructie op basis waarvan de benodigde materiaal-doorsnedes zijn bepaald.

Hierbij moet onder andere duidelijk worden:

- welke schematisering is gebruikt in het ontwerp en komt deze (nog) overeen met de schematisering vanuit de bouwfase of vanuit latere aanpassingen in de tijd.
- is of kan de bouwfase van invloed zijn geweest op de aangehouden schematisering in het ontwerp; denk hierbij bijvoorbeeld aan een omzetting van een ontwerp in ter plaatse gestorte beton naar een uitvoering in prefab;
- hoe zijn eventuele dilataties verwerkt in de schematisering;
- welke onderdelen verzorgen de (lokale) stabiliteit;
- is er een analyse uitgevoerd op de noodzaak van een tweede draagweg; kan bezwijken van onderdelen tot voortschrijdende instorting leiden;
- zijn er hogere eisen gesteld aan vervormingen, trillingen of Eigenfrequentie; welke Eigenfrequentie heeft bijvoorbeeld de tribune(s);
- zijn er nieuwe inzichten omtrent de gekozen constructie? Zo is bijvoorbeeld bekend vanuit een recent onderzoek dat individuele prefab betonnen tribune-elementen aanzienlijk hoger belast kunnen worden. Door hun positie in een tribune kunnen

tribune-elementen door onderlinge stijfheidsverschillen vanuit hun naast gelegen elementen belasting aantrekken. Dit kan leiden tot grotere vervormingen en/of scheurvorming. Dit kan ook effect hebben op de krachtswerking in tribuneliggers, die dienen als ondersteuning voor deze tribune-elementen;

- etc.

Analyse detailuitwerking

Uit deze analyse moet inzicht worden verkregen in een juiste overdracht van de uitgangspunten in de hoofddraagconstructie vanuit het ontwerp naar de detailuitwerking.

Hierbij moet onder andere duidelijk worden:

- welke schematisering is gebruikt in het ontwerp en komt deze overeen met de detailuitwerking; denk bij een verbindingen aan scharnier, volledig of verende inklemming;
- is of kan de bouwfase van invloed zijn geweest op de aangehouden krachtswerking in het detail; denk hierbij aan de bouw- en montagevolgorde;
- is de staalconstructie uitgevoerd, gecontroleerd of eventueel gerepareerd conform NEN-EN 1090;
- zijn spanten samengesteld op de bouwplaats of in grote onderdelen aangevoerd;
- laswerk op de bouwplaats of boutverbindingen; laswerk aan bestaande constructies;
- verankeringen ingestort of achteraf geboord;
- kunnen maattoleranties of verplaatsingen invloed hebben op de grote van de dilatatie;
- heeft het gebouw onderdelen die een bijzondere gevoeligheid hebben en is bewaakt dat er mogelijk en hogere veiligheid is gehanteerd vanuit een veiligheidsfilosofie; de volgende onderdelen kunnen als 'gevoelig' aangemerkt zijn:
 - o trekstangen en op trek belaste verbindingen;
 - o verbindingen in buitencondities;
 - o ten aanzien van bijzondere belastingen kwetsbare kolommen;
 - o vakwerk- ligger- boogconstructies;
 - o grote uitkragingen;
- kan bezwijken van de details tot voortschrijdende instorting leiden;
- zijn er gevoelige belastingcombinaties;
- maatregelen van toepassen om samenhang te waarborgen, bv trekbanden toegepast;
- aandacht voor detailberekening van onderdelen; is er mogelijk een toeslagkracht op de verbindingen voorschrijven, waarmee is voorkomen dat het detail onnodig de zwakste schakel wordt;
- controleer de detailuitwerking in de overgang tussen staal- en (prefab)betonconstructie; bij de overdracht van de uitgangspunten tussen deelconstructeurs onderling kunnen risico's ontstaan;
- etc.

Analyse impact uitbreidingen / aanpassingen op het oorspronkelijk ontwerp

Uit deze analyse moet inzicht worden verkregen in mogelijke wijzigingen van het gebouw.

Voorbeelden hiervan zijn:

- aanpassingen van constructie-onderdelen, bijvoorbeeld het nadien aanbrengen van sparingen in vloeren, wanden of balken;
- aanpassingen van constructies, bijvoorbeeld uitbreidingen, (ingrijpende) verbouwingen of andere belastingen door gewijzigd gebruik van de constructie (daken en vloeren)
- aanpassingen van belastingen, bijvoorbeeld door:
 - o plaatsen zonnepanelen
 - o plaatsen nieuwe installaties
 - o nieuwe gebouwen in de omgeving
 - o wijzigingen in het gebouw die de windbelasting doen veranderen

Bijlage 2 Voorbeeld risico-inventarisatie

Zie ook hoofdstuk 5 van protocol "beoordeling constructieve veiligheid stadions betaald voetbal"

Met de risico-inventarisatie is vast te stellen of de risico's inzake de constructieve veiligheid van stadions in het betaald voetbal voldoende onderkend en beheerst of opgelost zijn.

Aan de hand van de bureaustudie, de constructieve toetsingen en de inspectie(s) is er een risico-inventarisatie opgezet die inzichtelijk maakt wat de risico's zijn. Zo is in één oogopslag helder welke onderdelen aandacht vragen omdat de beheersing van de risico's naar de mening van de onderzoeker nog onvoldoende is aangetoond of omdat het risico om nadere actie vraagt.

In onderstaande tabellen zijn voorbeelden aangegeven die richting kunnen geven in het opstellen van deze risico-inventarisatie. Aan het einde van deze bijlage is een voorbeeld van een registratie opgenomen. De onderzoeker dient deze met kennis van zaken te gebruiken, aan te passen en uit te breiden naar zijn project.

| | Risico / aandachtspunt (ongewenste gebeurtenis) | Oorzaak (doordat) | Gevolg (met als gevolg dat) |
|---------------------|--|--|---|
| Bureaustudie | kwaliteit archiefdocumenten tekeningen | niet laatste versies beschikbaar gesteld | bureaustudie onvolledig, waardoor we onvoldoende zekerheid hebben |
| | kwaliteit archiefdocumenten berekeningen | niet laatste versies beschikbaar gesteld | bureaustudie onvolledig, waardoor we onvoldoende zekerheid hebben |
| | kwaliteit uitwerking staal- / betondetails | overdracht informatie van leveranciers onderling niet volledig | uitgangspunten staal- en betondetails kloppen onderling niet |
| | | | |
| | | | |

| | Risico / aandachtspunt (ongewenste gebeurtenis) | Oorzaak (doordat) | Gevolg (met als gevolg dat) |
|-------------------------------|--|--|--|
| Aanvullende informatie | geen aanvullende informatie beschikbaar | archieven zijn onvolledig of niet meer traceerbaar | Beoordeling constructieve veiligheid op basis van documenten niet mogelijk. Zwaardere druk op inspectie of herberekeningen noodzakelijk. |
| | | | |
| | | | |

| | Risico / aandachtspunt (ongewenste gebeurtenis) | Oorzaak (doordat) | Gevolg (met als gevolg dat) |
|--|--|--|--|
| Constructieve toetsing ¹ | sneeuwbelasting op de grond | de NEN 8700 sneeuwbelastingvormcoëfficiënten wijken enigszins af van de NEN 6702 sneeuwvormfactoren | de belastingaannee op het dak is te laag aangenomen |
| | regenwaterbelasting | de NEN 8700 regenwaterbelasting wijkt enigszins af van de NEN 6702 ¹ regenwaterbelasting | de belastingaannee op het dak is te laag aangenomen |
| | belastingcombinatie voor tribune vloeren en tribune elementen | de NEN 8700 UGT-belastingcombinatie wijkt enigszins af van de NEN 6702 UGT-belastingcombinatie | de rekenwaarde van de belasting op de tribunevloer is te laag aangenomen |
| | belastingcombinatie voor tribune vloeren en tribune elementen | de NEN 8700 brand-belastingcombinatie wijkt enigszins af van de NEN 6702 brand-belastingcombinatie | de rekenwaarde van de belasting op de tribunevloer is te laag aangenomen |
| | hoogte van de representatieve windbelasting | de NEN 8700 waarde van de extreme stuwdruk wijkt enigszins af van de NEN 6702 representatieve windbelasting | de rekenwaarde van de windbelasting op het dak is te laag aangenomen |
| | hoogte van de representatieve windbelasting | naastgelegen gebouwen beïnvloeden de hoogte van de windbelasting | de rekenwaarde van de windbelasting op het dak is te laag aangenomen |
| | hoogte van de representatieve windbelasting | de NEN 8700 waarde van de bouwwerkfactor c_{scd} wijkt enigszins af van de NEN 6702 C_{dim} | de rekenwaarde van de windbelasting op het dak is te laag aangenomen |
| | dynamische opslingering van het stadiondak | Er is onvoldoende rekening gehouden met opslingering van het dak als gevolg van windtrillingen | het dak bezwijkt onder een dynamische windbelasting |
| | vermoeiing van onderdelen van het stadiondak | Er is onvoldoende rekening gehouden met vermoeiing van verbindingen in het dak als gevolg van windtrillingen | de kritische verbinding bezwijkt onder langdurige belasting |
| | hoogte van de windvormfactoren voor gevels en daken van de tribune overkapping | de NEN 8700 krachtscoëfficiënten wijken af van de NEN 6702 windvormfactoren | de rekenwaarde van de windbelasting op het dak is te laag aangenomen |
| hoogte van de windvormfactoren voor gevels en daken van de tribune overkapping | Er is in het huidige ontwerp van de tribune-overkapping enkel | de rekenwaarde van de windbelasting op het dak is te laag aangenomen | |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | gerekend met een open overkapping | |
| | hoogte van de windvormfactoren voor gevels en daken van de tribune overkapping | Er is uitgegaan van een regelmatig gebouw, conform de norm, terwijl dit niet het geval is | de rekenwaarde van de windbelasting op het gebouw is te laag aangenomen |
| | belastingen door zonnepanelen of (dak) installaties (warmte, geluid, onderhoudsvoorzieningen) | opgave gewichten is niet juist | risico overbelasting hoofddraagconstructie |
| | afdracht belasting vanuit lichtmasten | analyse afdracht in ontwerp is niet juist | onduidelijke krachtswerking in hoofddraagconstructie |
| | horizontale afdracht van belastingen | analyse afdracht (stabiliteit) in ontwerp is niet juist | onduidelijke krachtswerking in hoofddraagconstructie |
| | aspect "tweede draagweg" | hoofddraagconstructie heeft geen incasseringsvermogen | lokaal bezwijken van bouwdelen |
| | | | |
| | | | |

¹ In deze tabel met voorbeelden is gekozen voor een stadion dat oorspronkelijk is ontworpen met gebruik van NEN 6702. Benadrukt wordt dat dit ook een eerdere norm (bijvoorbeeld TGB 1972) kan zijn of een recentere norm (NEN-EN 1990)

| | Risico / aandachtspunt (ongewenste gebeurtenis) | Oorzaak (doordat) | Gevolg (met als gevolg dat) |
|-----------|--|---|---|
| Inspectie | uitvoeren visuele inspectie | pas geschilderde onderdelen | niet zichtbaar zijn van gebreken; verborgen gebreken |
| | QuickScan visuele inspectie | niet alle onderdelen zijn visueel onderzocht | niet zichtbaar zijn van gebreken; verborgen gebreken |
| | brandwerendheid staalconstructie | staal is niet beschermd | brandwerendheid voldoet niet aan minimale eisen |
| | kwaliteit herstel conservering staalconstructie | veel roestvorming geconstateerd | afname sterkte en kwaliteit |
| | werkelijke uitvoering lassen en laszwaartes | de aanwezige laszwaartes komen niet overeen met de benodigde laszwaartes uit de detailberekeningen | zwaardere aanspraak op de capaciteit van de lassen |
| | scheurvorming in prefab oplegnokken | overbelasting of geen rekening gehouden met horizontaalkracht vanuit oplegging | bezwijken oplegnokken |
| | scheurvorming in prefab tribune- elementen | overbelasting of montageschade | bezwijken tribune-elementen |
| | | | |

NB Op de volgende pagina wordt een voorbeeld gegeven van een registratie van een risico-inventarisatie met een beoordeling.

Voorbeeld: registratie van een risico-inventarisatie.
NB De onderzoeker dient deze met kennis van zaken te gebruiken en aan te passen en uit te breiden naar zijn project.

Datum: 2020

Voorbeeld risico-inventarisatie protocol "beoordeling constructieve veiligheid stadions betaald voetbal"
Risicoacceptatie

| |
|--------------|
| Acceptabel |
| Aandacht |
| Kritiek |
| Onacceptabel |

| Risico inventarisatie | | | | | | |
|-----------------------|--|--|---|--|--------------|--|
| Nr | Risico / Aandachtspunt (ongewenste gebeurtenis) | Oorzaak (doordat) | Gevolg (met als gevolg dat) | Discipline Constructie / Geotechniek | Risicoklasse | Beheersmaatregelen |
| 1 | archiefdocumenten tekeningen | niet laatste versies beschikbaar gesteld? | QuickScan onvolledig | constr. | Aandacht | toetsen of er nieuwere versies zijn van archiefdocumenten |
| 2 | archiefdocumenten berekeningen | niet laatste versies beschikbaar gesteld? | QuickScan onvolledig | constr. | Aandacht | toetsen of er nieuwere versies zijn van archiefdocumenten |
| 3 | hogere verticale en horizontale belastingen | analyse belastingen in ontwerp is niet juist | risico overbelasting hoofddraagconstructie | constr. | Kritiek | uitvoeren nieuwe analyse afdracht belastingen |
| 4 | horizontale afdracht van belastingen | analyse afdracht in ontwerp is niet juist | onduidelijke krachtswerking in hoofddraagconstructie | constr. | Aandacht | uitvoeren nieuwe analyse afdracht belastingen |
| 5 | horizontale afdracht belasting lichtmasten | analyse afdracht in ontwerp is niet juist | onduidelijke krachtswerking in hoofddraagconstructie | constr. | Kritiek | uitvoeren nieuwe 3D-analyse afdracht belastingen |
| 6 | belastingen door sneeuwophopingen | analyse in ontwerp is niet juist | risico overbelasting hoofddraagconstructie | constr. | Kritiek | uitvoeren nieuwe analyse afdracht belastingen |
| 7 | belastingen door wind | belastingen uit NEN passen niet op gebouwvorm | onduidelijke krachtswerking in hoofddraagconstructie | constr. | Kritiek | analyse windbelastingen of laten uitvoeren van windtunnelonderzoek |
| 8 | belastingen door zonnepanelen | opgave gewichten is niet juist | risico overbelasting hoofddraagconstructie | constr. | Kritiek | uitvoeren nieuwe analyse afdracht belastingen |
| 9 | uitwerking staaldetails | overdracht informatie leveranciers onderling | uitgangspunten beton- en staaldetails kloppen onderling niet | constr. | Kritiek | uitvoeren toets op uitgangspunten belastingen op de overgangsgebieden tussen staal- en betonconstructies. |
| 10 | aspect "tweede draagweg" | hoofddraagconstructie heeft geen incasseringvermogen | lokaal bezwijken van bouwdelen | constr. | Aandacht | organiseer periodiek controle "APK" op kwaliteit staalconstructie; visuele inspectie |
| 11 | aspect veiligheidsniveau conform NEN 6702 | onderschatting afdracht belastingen | lager veiligheidsniveau dan volgens bouwbesluit wordt verlangd. | constr. | Aandacht | vastleggen en communicatie naar gebruiker dat huidig belastings-niveau hoog is. |
| 12 | visuele inspectie | pas geschilderde onderdelen | niet zichtbaar zijn van gebreken; verborgen gebreken | constr. | Aandacht | organiseer periodiek controle "APK" op kwaliteit staalconstructie; visuele inspectie |
| 13 | QuickScan visuele inspectie | niet alle onderdelen zijn visueel onderzocht | niet zichtbaar zijn van gebreken; verborgen gebreken | constr. | Aandacht | organiseer periodiek controle "APK" op kwaliteit staalconstructie; visuele inspectie |
| 14 | brandwerendheid staalconstructie | staal is niet beschermd | brandwerendheid voldoet niet aan minimale eisen | constr. | Aandacht | analyse van brandwerende voorzieningen voor de hoofddraagconstructie; bijzonder op aspecten bouwkundige detaillering of acceptatie controlerende instanties (brandweer). |
| 15 | kwaliteit herstel conservering staalconstructie | veel roestvorming geconstateerd | afname sterkte en kwaliteit | bouwkundig | Aandacht | onduidelijk is of er een hersteladvies is voor de conservering. Nagaan of herstelmethode voldoende kwaliteit heeft en langeduur bescherming kan bieden. |
| 16 | dynamische effecten in de bochtstukken | trillings-gevoelige lichtmasten op bochtstukken | zwaardere aanspraak op de capaciteit van de lassen | constr. | Aandacht | gevoeligheid controleren met berekening |
| 17 | werkelijke uitvoering lassen en laszwaartes | de aanwezige laszwaartes komen niet overeen met de benodigde laszwaartes uit de detailberekeningen | zwaardere aanspraak op de capaciteit van de lassen | constr. | Kritiek | steekproefsgewijze visuele controleren op de uitvoering van de laszwaartes. |

Bijlage 3 Inspecties

Zie ook hoofdstuk 5 van protocol "beoordeling constructieve veiligheid stadions betaald voetbal"

De voorbereiding van de inspectie begint wanneer uit de risico-inventarisatie is gebleken dat (op onderdelen) onvoldoende informatie over het gebouw of haar onderdelen beschikbaar is en deze (enkel) door onderzoek ter plaatse kan worden verkregen.

Een inspectieplan beschrijft naast wat de inspectie inhoudt ook hoe de benodigde informatie tijdens de inspectie wordt verkregen.

De inspecties kunnen meerdere doelen hebben:

- Ter verificatie:
 - o Nazien dat het gebouw en de constructie daadwerkelijk gemaakt is conform stukken uit de bureaustudie;
 - o Nazien of er afwijkingen zijn ten opzichte van de bureaustudie:
 - verbouwingen
 - aanpassingen van de structuur
 - aanpassingen van de belastingen
 - schades
- Ter vaststelling:
 - o Nazien wat de huidige conditie is van het gebouw en van specifieke onderdelen;
 - o Specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld naar:
 - lassen in stalen verbindingen
 - carbonatatie van beton
 - conservering van staal
 - vervormingen / doorbuigingen
 - scheurvorming
 - standzekerheid balustrades en valbeveiliging
 - bevestiging/ophangpunten van installaties

In het inspectieplan zal een uitspraak moeten worden gedaan over de aard en omvang van detailinspecties en (destructieve) onderzoeken. Bij repetitieve aspecten of onderdelen kan overwogen worden slechts een (beperkte) steekproef uit te voeren. Het is aan de onderzoeker om tot een acceptabele grootte van de steekproef te komen. Als de resultaten van de steekproef een (te) grote variatie vertonen, wordt dit heroverwogen. Bij niet repetitieve aspecten of onderdelen ligt een steekproefsgewijze controle minder voor de hand.

Let wel dat ervaringen leren dat sommige problemen (ontstaan in de productie of uitvoering) zeer lokaal kunnen voorkomen. Een steekproefsgewijze controle ligt voor de meest kritische onderdelen daarom niet voor de hand.

In deze bijlage zijn voorbeelden gegeven die in de diverse inspectierapporten kunnen worden opgenomen.

Voorbeelden

- **Posities inspectie**
De diverse bouwdelen van een stadion zijn vanaf verschillende posities te inspecteren. De constructies van diverse bouwdelen worden opgedeeld in elementen. Deze elementen worden op de inspectiebladen gegroepeerd op basis van de zichtbaarheid tijdens de inspecties vanaf een bepaalde positie. Bij vervolgininspecties kan gebruik worden gemaakt van de inspectiebladen van de voorgaande inspecties. De progressie van de aanwezige gebreken kan op deze wijze eenvoudig worden gemonitord en de informatiestroom is daarmee eenvoudig beheersbaar.
- **Waarnemingen algemeen**
In dit hoofdstuk wordt omschreven welke onderdelen zijn geïnspecteerd en welke algemene bevindingen zijn waargenomen. In navolgende hoofdstukken worden per onderdeel de relevante waargenomen gebreken benoemd en de aandachtspunten voor vervolgininspecties en waar mogelijk onderhoud. De uitgebreide bevindingen worden opgenomen in de inspectiebladen in de bijlage met bijbehorende foto's.
- **Waarnemingen per onderdeel**
Hier worden de waarnemingen per bouwlocatie en per onderdeel beschreven. Hierbij te denken aan staalconstructie/betonconstructie/prefab betonnen onderdelen ed.
- **Registratie inspectie**
Op de volgende bladzijden zijn diverse voorbeelden van waarnemingen (tekstueel of met beeld) opgenomen, die bij een visuele inspectie kunnen opgevallen.
(onder "opmerkingen" kan een onderzoeker aangeven of dit relevant is of nader onderzoek vraagt)

Tekstuele registratie:

Meting van de hoekradius van de buisprofielen geeft uitsluitel over toepassing van warm- of koudgewalste buisprofielen.

opmerking:

Op diverse plaatsen zijn losse moeren geconstateerd. Deze worden vooral geconstateerd in de aansluitingen van windverbanden en bij aansluitingen van spanten aan de betonnen onderconstructie.

opmerking:

Er zijn diverse installaties inclusief leidingwerk aan het dak gemonteerd; dit lijkt overeen te komen met de toets, die door de hoofdconstructeur is gebruikt om de plaatsing van zonnepanelen op de daken te verantwoorden.

opmerking:

Veel details zijn ontworpen zonder schotten in de aansluiting tussen gordingen met spanten en binnen de spanten zelf tussen wand- en randstaven.

opmerking:

Inspectie heeft vooral plaatsgevonden in de delen die nog niet opnieuw geschilderd zijn. Het betreft het gebied van de NW-hoek naar de ZW-hoek over de zuidzijde (hoofdtribune)

Er is wel/geen inspectie óp het dak uitgevoerd.

opmerking:

De algemene indruk van de uitvoering (lassen) is een degelijke uitvoering.

opmerking:

.....

Beeld registratie:

A: Overzichtsfoto's

Hier kunnen overzichtsfoto's worden opgenomen ter verduidelijking van de situatie ter plaatse. Te denken valt aan tribunedelen, spanten, luchtfoto's ed.
Ook kunnen hier afbeeldingen met codering/positie foto's worden opgenomen.

| <u>foto</u> | <u>omschrijving</u> |
|-------------|---------------------|
|-------------|---------------------|

B: Conservering

Hier kunnen foto's worden opgenomen waarmee inzicht wordt verkregen in de conditie van de conservering van staalconstructies. Tevens kunnen hierbij opmerking worden meegenomen.

B1: Voorbeelden CONSERVERING

| | |
|---|--|
|  | <p>De conditie van de conservering van de hoofdspanten is goed. Onvolkomenheden zijn niet weg geschilderd.</p> |
|  | <p>De conditie van de conservering van de hoofdspanten is goed. Onvolkomenheden zijn niet weg geschilderd</p> |
|  | <p>De staalconstructie vraagt onderhoud. Er is geen specifiek onderzoek gedaan naar de mate waarin het roest de staalconstructie en verbindingen/lassen heeft aangetast.</p> |

C: Specifieke foto's van de staalconstructies en details

Hier kunnen foto's worden opgenomen, die inzicht geven in de staalconstructies en de details. Hierbij zijn de volgende risico's te onderkennen:

- *Kwaliteit en uitvoering van de lassen;*
risico's door afmeting en positie van lassen, scheurvorming en onvolkomenheden in lassen;
- *Kwaliteit en uitvoering van de boutverbindingen;*
risico's door het aantal en positie van bouten, randafstanden, conservering, losse moeren, gebruik onderleggingen
- *Toleranties en maatafwijkingen;*
risico's door gebruik vulplaten, maatafwijkingen en scheefstanden, onvolledig aansluitingen
- *Scheurvorming en vervormingen;*
- *Gebruik juiste profielafmetingen of staalkwaliteit;*
- *Schematisering;*
- etc.

C1: Voorbeelden LASSEN



Dikke lasrupsen.
Het wil niet zeggen dat de lassen constructief niet zouden voldoen.



Koppellas trekrand "standaardspanten".
Beperkt destructief onderzoek aan de zijkant (slijptol) kan hierin meer inzichten geven in volledige doorlassing.
Een deel van de las ook door middel van NDO-UT (ultrasoon) onderzocht kunnen worden op doorlassing.



Niet volledig afgelast. Nadere controle van de detailberekeningen wordt geadviseerd of dit acceptabel



Onvolledig doorlassing. Beperkt destructief onderzoek aan de zijkant (slijptol) wordt geadviseerd om hierin nader inzicht te krijgen.



Op diverse plekken in de staalconstructie zijn geen schotten toegepast. Nader onderzocht dient te worden of in de detailberekeningen voldoende aandacht is geweest voor meewerkende breedte en spannings-concentraties in de lassen.

C2: Voorbeelden BOUTVERBINDINGEN



Nieuwe gaten opgeboord en/of opgeruimd, waarschijnlijk het gevolg van een passingsprobleem. Nader onderzoek wordt geadviseerd.



Afgeschuinde boutkoppen toegepast, waarschijnlijk ontstaan tijdens montage als gevolg van onvoldoende ruimte de bout in het boutgat te steken. Nader onderzoek wordt geadviseerd.



Uitvoering sleufverbindingen; dilataties



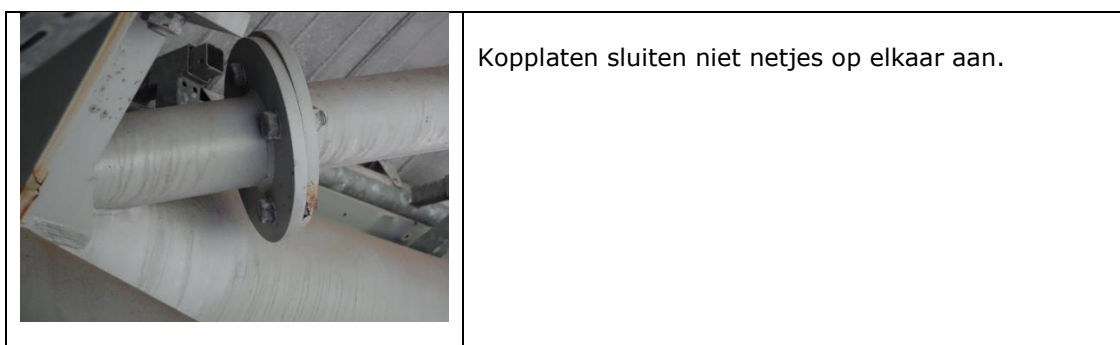
De randafstanden van de bouten lijken erg beperkt. Nader onderzoek wordt geadviseerd.

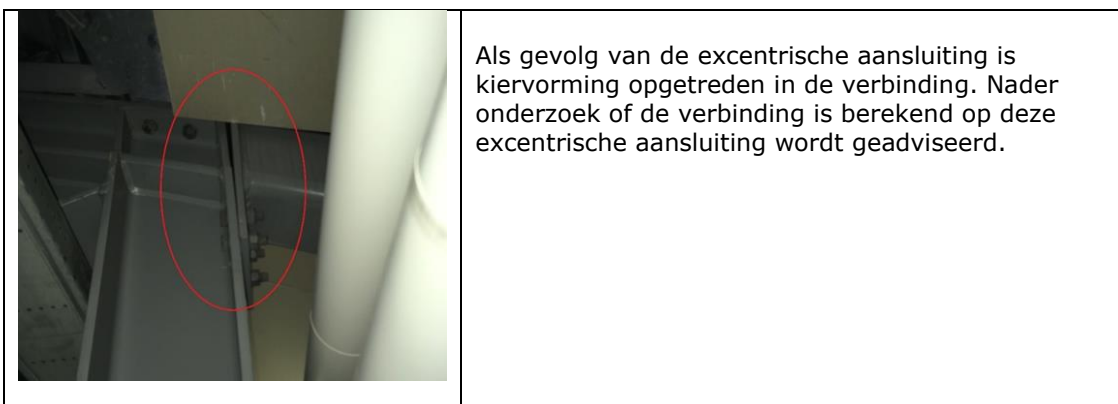


Bouten zijn geborgd



C3: Voorbeelden TOLERANTIES en MAATAFWIJKINGEN





C4: Voorbeelden PROFIELKEUZE



C5: Voorbeeld SCHEMATISERING



D: Specifieke foto's van de betonconstructie en details

Hier kunnen foto's worden opgenomen, die inzicht geven in de betonconstructie en de details. Hier zijn de volgende risico's te onderkennen:

- *Kwaliteit en uitvoering;*
risico's door afmeting en positie, scheurvorming en onvolkomenheden;
- *Toleranties en maatafwijkingen;*
maatafwijkingen en scheefstanden, onvolledig aansluitingen
- *Scheurvorming en vervormingen;*
- *Schematisering;*
- etc.

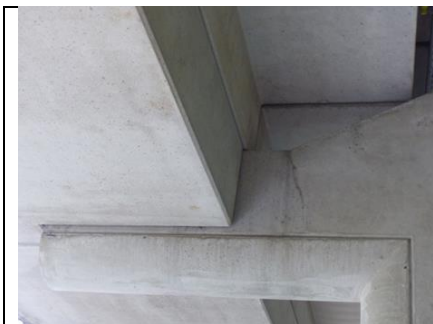
D1: Voorbeelden SCHEURVORMING



Aan de bovenzijde is vaak scheurvorming in de tribune-elementen zichtbaar. Dit is bij veel stadions een veel voorkomend beeld in tribune-elementen. Voor een beoordeling is het van belang dat de scheurwijdte beperkt is en zeker niet watervoerend.



Scheurvorming aan de onderzijde bij tribunevakken. Onderzoek naar deze scheurvorming is noodzakelijk. Onderzoek kan op de volgende manieren:
 .. beoordeling scheurwijdte; valt deze binnen de in de norm gestelde eisen dan is geen verdere actie noodzakelijk.
 .. beoordeling uitvoering en berekening van de tribune-elementen in deze vakken;
 Door archiefonderzoek kan nagegaan worden of het hier om een bijzondere situatie gaat in bijvoorbeeld het legpatroon van elementen of dat er bijzonder technische eisen moeten worden gesteld aan deze tribunevakken. Ook de Eigenfrequentie moet hierbij worden beschouwd



Scheurvorming oplegnokken onder tribune-elementen. Dit type nokken kan gevoelig voor scheurvorming; door de gekozen detaillering van de wapening blijken de nokken vaak onvoldoende rekenkundige capaciteit te hebben. Via archiefonderzoek nagaan of er uit de statische berekeningen en uitvoerings-tekeningen voldoende capaciteit te herleiden is.



Let op scheurvorming bij bijzondere posities



Betonvulling boven de doken kunnen los of verdwenen zijn.
De doken verzorgen een noodzakelijke koppeling tussen de diverse tribune-elementen. Aandacht in onderhoudstraject wordt belangrijk geacht.

D2: Voorbeelden TOLERANTIES



Slechte uitvoering van de opleggingen van prefab betonwand op ter plaatse gestorte kolommen. Nader onderzoek wordt noodzakelijk geacht.



Doorbraak in tribune is slecht aandacht besteed aan conservering van "snijvlak"; tevens is in tribune element scheurvorming zichtbaar. Nader onderzoek wordt noodzakelijk geacht

E: Voorbeelden materiaalonderzoeken en NDO-lasonderzoeken.

De onderzoeker dient deze met kennis van zaken te (laten) gebruiken en aan te passen en uit te breiden naar zijn project. Beschreven zijn enkele materiaalonderzoeken en NDO-lasonderzoeken die voor de hand liggen voor detailinspecties.

Van belang is dat het daadwerkelijke NDO-onderzoek wordt uitgevoerd door een gekwalificeerde NDO'er conform "NEN-EN-ISO 9712:2012nl - Niet-destructief onderzoek - Kwalificatie en certificatie van NDO-personeel"

Deze kwalificatie geldt per onderzoeksmethode.



Onderzoeksmethodes voor STAAL: NDO

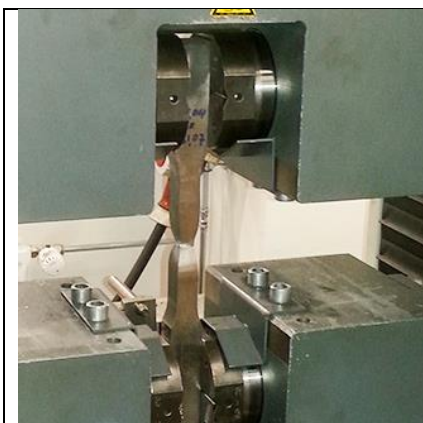
- Magnetisch onderzoek (MT)
- Penetrant onderzoek (PT)
- Wervelstroomonderzoek, voor geconserveerde oppervlaktes
- Ultrasoon onderzoek (UT), voor vlakke fouten
- Röntgenonderzoek (RT, voor volumineuze indicaties
- (zie ook NEN-EN-ISO 17637, 638 en 640)



Onderzoeksmethode voor STAAL: NDO


Visuele inspectie (VT) dmv ogen, lashoekmeter, schuifmaat etc.

NEN EN ISO 5817 geeft acceptatiecriteria voor de VT.



Onderzoeksmethode voor STAAL: bijzonder

- Slijpen van lassen
- Hardheidsmetingen (ISO 18265-2013)
- Boutspanningsmeters (ultrasone meettechniek)
- Onderzoek chemische samenstelling
- Mechanische beproeving
- ...

| | |
|---|--|
|  A close-up photograph showing a person's hands holding a handheld NDT device against a concrete surface. The device is cylindrical with a black handle and a silver body. The person is wearing a light blue shirt. The background is a concrete wall with some greenery visible. | <p>Onderzoeksmethode voor BETON: NDO</p> <ul style="list-style-type: none">- Wapeningsdetector- Ultrasoon betonscanner- Schmidthamer- ... |
|---|--|

NB Elke NDO-techniek heeft zijn beperkingen en dient altijd in overleg met een specialist bepaald te worden. NDO zal nooit een 100% zekerheid kunnen geven.

-- Einde bijlage 3 --

Bijlage 4 **Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion**

Grenstoestanen bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion

1 Inleiding

Bij het beoordelen van de constructieve veiligheid van een bestaande bouwwerk dient conform het bouwbesluit, §2.1.2 getoetst te worden aan de NEN 8700.

In deze notitie worden de belastingniveaus beschreven die getoetst moeten worden om aan te tonen dat de bestaande constructie van een stadion minimaal nog zoveel reststerkte heeft dat zij, tijdens de in de norm vastgestelde restlevensduur met de vereiste betrouwbaarheidsniveaus:

- a) alle belastingen en invloeden, die kunnen optreden tijdens het gebruik, zal weerstaan;
- b) geschikt zal blijven voor het gebruik waarvoor zij is bestemd.

Dit betreft het niveau 'afkeur' conform de NEN 8700.

1.1 gebouwen van vóór 1 januari 2012

Gebouwen die zijn vergund ná 1 april 2012 zijn berekend volgens de huidige nieuwbouwnormen. Als de betreffende gebouwen correct zijn berekend en er geen (belasting-)wijzigingen of verbouwingen hebben plaatsgevonden, mag worden aangenomen dat ze ook aan de afkeureisen van NEN 8700 zullen voldoen.

Gebouwen die zijn vergund vóór april 2012, zijn ontworpen op basis van een andere veiligheidsbeschouwing dan die nu, bij het ontwerp volgens NEN-EN 1990 of beoordeling volgens NEN 8700, wordt gebruikt. Constructies ontworpen volgens de TGB 1990 (NEN 6702) zijn wel ingedeeld in veiligheidsklassen, de indeling hiervan wijkt echter af van de indeling die nu in NEN 8700 wordt gebruikt.

Deze notitie maakt een vergelijking van de NEN 8700, eisen afkeur en de NEN 6702, eisen nieuwbouw. Hierbij hanteren we de laatst uitgegeven NEN 6702:2007.

NB: Voor een vergelijking met constructies ontworpen op basis van TGB 1972 en TGB 1955 en NEN 8700 kan een gelijkwaardige aanpak worden aangehouden.

1.2 Gebruikswijzer

Deze notitie maakt inzichtelijk op welke punten de belastingen verschillen tussen de NEN 8700, eisen afkeur en de voormalige NEN 6702, eisen nieuwbouw.

Het doel van deze notitie is om tot een risico inventarisatie te komen op het gebied van de normtoepassing. De toetser van een stadion kan deze gebruiken om bij het beschouwen van de veiligheid snel een inzicht te krijgen waar, door wijzigen van de normen, de grootste risico's op non-conformiteit zijn.

Het doel hiervan is niet om op voorhand uitspraken te kunnen doen over welke norm in welke situatie maatgevend is. Dat is niet mogelijk. Voor sommige onderdelen kunnen eenvoudig conclusies getrokken worden over welke norm maatgevend is. In veel gevallen hangt het echter ook af van de specifieke situatie.

Deze notitie kan wel duiden voor welke onderdelen het risico het grootst is dat de NEN 8700, eisen afkeur maatgevend kunnen zijn en derhalve getoetst zouden moeten worden.

Veel van de stadions zijn zelfs ontworpen op oudere versies van de NEN 6702, of zelfs op oudere normen. In die gevallen zal de toetser zelf moeten beschouwen in welke mate dit invloed heeft op de risico inventarisatie.

2 Vergelijking NEN 8700 met NEN 6702

2.1 gevolg- en veiligheidsklasse

2.1.1 NEN 8700 - gevolgklasse

De gevolgklasse van bouwwerken staat beschreven in bijlage B van de NEN 8700. Voor stadions is het volgende van belang.

Tot gevolgklasse CC3 behoren onder andere:

- c) Bouwwerken, waarvan de overspanning van de constructie in een draagrichting groter is dan 50 meter en waarbij in geval van bezwijken van die overspanning meer dan 500 personen gelijktijdig gevaar lopen.
- d) Bouwwerken met de bestemming publieksfunctie, waarbij in geval van bezwijken meer dan 500 personen gelijktijdig gevaar lopen.

Verwacht wordt dat géén van de stadions voor betaald voetbal in een lagere gevolgklasse dan 3 zullen vallen, gezien de verwachting dat meer dan 500 personen zich gelijktijdig in het stadion kunnen ophouden en waarbij bij bezwijken van een essentieel onderdeel ineens een groot aantal mensen kan worden getroffen.

Constructie-elementen mogen zijn ingedeeld in een lagere gevolgklasse dan de constructie waarvan ze deel uitmaken, indien mag worden verwacht dat de gevolgen van bezwijken van een geringere orde zijn.

Alle onderdelen en samengestelde onderdelen van bouwwerken ingedeeld in klasse 3 waarvan het bezwijken geen aanleiding geeft tot voortschrijdende instorting en waarbij bovendien aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- e) het gewicht is minder dan 2 kN of het gewicht per oppervlakte is minder dan 0,3 kN/m²;
- f) de fundamentele belastingcombinatie met als extreme belasting de belasting door personen, meubilair en aankleding volgens 8.2, is niet maatgevend;

mogen voor de in rekening te brengen belastingfactoren worden ingedeeld bij klasse 1. Indien alleen aan de tweede voorwaarde is voldaan, mag voor de in rekening te brengen belastingfactoren worden ingedeeld bij klasse 2.

Aan de 1^e voorwaarde zal voor hoofddragconstructies zelden worden voldaan. Aan de 2^e voorwaarde wel, bijvoorbeeld bij onderdelen van overkappingen.

2.1.2 NEN 6702 - veiligheidsklasse

Gebouwen werden in de NEN 6702 niet ingedeeld in gevolgklassen, maar in veiligheidsklassen. Stadions behoorden tot veiligheidsklasse 3. Vergelijkbaar met de huidige Eurocode mag de veiligheidsklasse van onderdelen van gebouwen worden gereduceerd:

NEN 6702, §5.1.4:

Alle onderdelen en samengestelde onderdelen van bouwwerken ingedeeld in klasse 3 waarvan het bezwijken geen aanleiding geeft tot bezwijken van de hoofddragconstructie mogen voor de in rekening te brengen belastingfactoren worden ingedeeld bij klasse 1 met behoud van de referentieperiode indien aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- g) het gewicht is minder dan 1 kN of het gewicht per oppervlakte is minder dan 0,15 kN/m²;
- h) de fundamentele belastingcombinatie met als extreme belasting de belasting door personen, meubilair en aankleding volgens 8.2, is niet maatgevend.

Indien alleen aan de tweede voorwaarde is voldaan, mag voor de in rekening te brengen belastingfactoren worden ingedeeld bij klasse 2 met behoud van de referentieperiode.

2.1.3

vergelijking NEN 8700, gevolgklasse met belastingen NEN 6702, veiligheidsklasse
 De indeling in klassen voor de totale constructie en voor onderdelen van de constructie geschiedt in beide normen op gelijke wijze. Indien bij beide normen op nieuwbouweisen wordt getoetst, zijn de veiligheidsfactoren behorend bij de veiligheidsklassen en gevolgklassen afwijkend.

| Stadions | Eurocode | NEN 6702 |
|---|----------|----------|
| hoofddraagconstructie | CC3 | vk 3 |
| onderdelen en samengestelde onderdelen van bouwwerken waarvan het bezwijken geen aanleiding geeft tot bezwijken van de hoofddraagconstructie, onder voorwaarden | CC2 | vk 2 |

Tabel 1, gevolgklasse versus veiligheidsklasse voor stadions

In §2.6.3 worden de veiligheidsfactoren van beide normen vergeleken. Hierbij wordt uitgegaan van afkeureisen volgens NEN 8700 en nieuwbouweisen volgens NEN 6702.

2.2 belastingen, anders dan wind

2.2.1 NEN 8700 - waarden van representatieve belastingen

De waarden van de veranderlijke verdeelde belastingen volgen uit de diverse normen uit de NEN-EN 1991 reeks. Tabel 2 geeft een samenvatting van belastingen voor stadions.

| Belasting | p_{rep} |
|---|--|
| Categorie B: kantoorruimtes | 2,5 kN/m ² |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes Vaste zitplaatsen | 4,0 kN/m ² |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes Zonder obstakels voor rondlopende mensen / grote mensenmassa's | 5,0 kN/m ² |
| Categorie H: daken $0 \leq \alpha < 15^\circ$ $15 \leq \alpha < 20^\circ$ $\alpha \geq 20^\circ$ | kN/m ² 1,0 4-0,2 α 0,0 |
| Sneeuwbelasting op de grond, NEN-EN 1991-1-3, §4.1 (1) | 0,7 kN/m ² |
| Regenwaterbelasting, zie NEN-EN 1991-1-3 met neerslagintensiteit i_r | $0,05 \times 10^{-3}$ m/s |
| Temperatuur (geen brand), zie NEN-EN 1991-1-5 directe zonbestraling, zeer lichte kleur directe zonbestraling, lichte kleur directe zonbestraling, donkere kleur zomer, binnen winter, buiten winter, binnen constructies in de grond | 50 °C 60 °C 75 °C 25 °C -25 °C 20 °C 10 °C |

Tabel 2, variabele belastingen op stadions, NEN 8700

2.2.2 NEN 6702 - waarden van representatieve belastingen

De waarden van de veranderlijke verdeelde belastingen volgen uit hoofdstuk 8.2 van de NEN 6702. Tabel 3 geeft een samenvatting van belastingen voor stadions.

| Belasting | p_{rep} |
|---|---|
| Categorie b) kantoorfuncties | 2,5 kN/m ² |
| Categorie d) Ter plaatse van oppervlakken waar zitplaatsen vast aan de vloer verbonden zijn | 4,0 kN/m ² |
| Categorie d) Overige gebruiksfuncties voor het personenvervoer, bijeenkomstfuncties, sportfuncties en de gebruiksfunctie "bouwwerk, geen gebouw zijnde" met een gedeelte mede bestemd voor bezoekers. | 5,0 kN/m ² |
| Categorie H: daken $0 \leq \alpha < 15^\circ$ $15 \leq \alpha < 20^\circ$ $\alpha \geq 20^\circ$ | kN/m ² 1,0 4-0,2 α 0,0 |
| Sneeuwbelasting (op de grond) | 0,7 kN/m ² |
| Regenwaterbelasting, als NEN-EN 1991-1-3 met neerslagintensiteit i_r | $0,047 \times 10^{-3}$ m/s |
| Temperatuur (geen brand), art. 8.8.2 zomer, buiten, niet directe zonbestraling directe zonbestraling, zeer lichte kleur directe zonbestraling, lichte kleur directe zonbestraling, donkere kleur zomer, binnen winter, buiten winter, binnen constructies in de grond | 30 °C 50 °C 60 °C 75 °C 25 °C -25 °C 20 °C 10 °C |

Tabel 3, variabele belastingen op stadions, NEN 6702

- 2.2.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, waarden van representatieve belastingen
- a) De waarden voor de gelijkmatig verdeelde vloerbelastingen zijn gelijk
 - b) De waarden voor de gelijkmatig verdeelde dakbelastingen zijn gelijk
 - c) De waarden voor de sneeuwbelastingen op de grond zijn gelijk, maar de sneeuwbelastings-vormcoëfficiënten (μ_1 & μ_2 ; NEN 8700) en de vormfactoren (C_1 & C_2 ; NEN 6702) wijken enigszins af.
 - d) De regenwaterbelasting is nagenoeg gelijk, echter in de NEN8700 wordt uitgegaan van een 6% hogere regenintensiteit.
 - e) De extreme waarden van de temperatuurbelastingen zijn gelijk aan elkaar, met uitzondering van de situatie 'zomer, buiten, niet-directe zonbestraling'. Hiervoor geeft de NEN 6702 wel, maar de NEN-EN 1991-1-5 geen waarde.

OPMERKINGEN

- Met name bij sneeuwbelastingen dient beschouwd te worden of de vereiste belasting volgens NEN 8700 (en NEN-EN 1991-1-3) niet hoger is dan de oorspronkelijk aangenomen belastingen. De impact hiervan is beperkt.

2.3 ψ -factoren

2.3.1 NEN 8700 - waarden van ψ -factoren

Voor van ψ -factoren moeten de waarden als aangegeven in tabel A1.1 van NEN8700 zijn genomen. De ψ -factoren specifiek voor stadions zijn opgenomen in onderstaande Tabel 4.

| Belasting | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|--|----------|----------|----------|
| Categorie B: kantoorruimtes | 0,5 | 0,5 | 0,3 |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes voor delen van het gebouw die in geval van een calamiteit zwaar kunnen worden belast door een mensenmenigte (vluchtroutes, trappen enz.) | 0,6 | 0,7 | 0,6 |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes voor delen van het gebouw die in geval van een calamiteit niet zwaar kunnen worden belast door een mensenmenigte (vluchtroutes, trappen enz.) | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| Categorie H: daken | 0 | 0 | 0 |
| Sneeuwbelasting | 0 | 0,2 | 0 |
| Regenwaterbelasting | 0 | 0 | 0 |
| Windbelasting | 0 | 0,2 | 0 |
| Temperatuur (geen brand) | 0 | 0,5 | 0 |

Tabel 4, ψ -waarden en reductiefactoren voor verschillende belastingen

2.3.2 NEN 6702 - waarden van ψ -factoren

Voor de ψ -factoren moeten de waarden als aangegeven in tabel 7 van NEN6702 zijn genomen. De ψ -factoren specifiek voor stadions zijn opgenomen in onderstaande Tabel 5.

| Belasting | ψ |
|--|--------|
| Categorie b) kantoorfuncties | 0,5 |
| Categorie d) Overige gebruiksfuncties voor het personenvervoer, bijeenkomstfuncties, sportfuncties en de gebruiksfunctie "bouwwerk, geen gebouw zijnde" met een gedeelte mede bestemd voor bezoekers. | 0,25 |
| Categorie d) Ter plaatse van oppervlakken waar zitplaatsen vast aan de vloer verbonden zijn | 0,25 |
| Categorie H: daken | 0 |
| Sneeuwbelasting | 0 |
| Regenwaterbelasting | 0 |
| Windbelasting | 0 |
| Temperatuur (geen brand) | 0 |

Tabel 5, ψ -waarden en reductiefactoren voor verschillende belastingen

2.3.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, waarden van ψ -factoren

De ψ_0 -factoren uit de NEN 8700 zijn voor nagenoeg alle belastingen gelijk aan de ψ -factoren uit de NEN 6702. Enkel voor de gelijkmatig verdeelde vloerbelastingen van bijeenkomstruimtes is de ψ_0 -factor hoger. Dit heeft weinig invloed op de sterkteberekening van individuele (tribune-)vloeren, aangezien de betreffende vloerbelasting dan de overheersende belasting zal zijn.

2.4 restlevensduur

2.4.1 NEN8700 - restlevensduur

In de NEN 8700 is, naar analogie van de ontwerplevensduur, sprake van een restlevensduur. Volgens §2.3.1 (1f) dient voor de restlevensduur in geval van een afkeuroordeel, ongeacht de bestemming en de grootte van het bouwwerk, zijn uitgegaan van 1 jaar.

2.4.2 NEN 6702 - restlevensduur

In de NEN 6702 is geen sprake van restlevensduur.

2.4.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, waarden van restlevensduur

Er is geen vergelijking mogelijk; de NEN 6702 kent geen restlevensduur.

2.5 referentieperiode

2.5.1 NEN8700 - referentieperiode

Voor de referentieperiode voor de bepaling van de veranderlijke belastingen moet bij de beoordeling of het prestatieniveau van een bouwwerk al dan niet het afkeurniveau onderschrijft voor de gevolklassen CC1b, CC2 en CC3 minimaal een referentieperiode van 15 jaar zijn gebruikt.

Karakteristieke waarden van de veranderlijke belastingen voor bouwwerken in NEN-EN 1991 zijn in het algemeen gebaseerd op een referentieperiode van 50 (soms 100) jaar. Bij een afwijkende referentieperiode van 15 jaar, mogen de extreme waarden van gelijkmatig verdeelde belastingen zijn aangepast.

In een aantal gevallen zijn daarvoor regels opgenomen in de desbetreffende norm in de normenreeks NEN-EN 1991, zoals voor:

- f) sneeuwbelasting in bijlage D van NEN-EN 1991-1-3;
- g) windbelasting in opmerking 4 bij 4.2 van NEN-EN 1991-1-4, welke opmerking als normatief moet worden gelezen;
- h) thermische belastingen in bijlage A.2 van NEN-EN 1991-1-5.
- i) Indien NEN-EN 1991 geen regels geeft zoals bij vloerbelasting, mag conform §2.3.2 (2A) zijn uitgegaan van:

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Onderstaande Tabel 6 toont de reductiefactoren voor de verminderde restlevensduur bij diverse belastingen. Hierbij is uitgegaan van:

$t_0 = 50$ jaar

$t = 15$ jaar (minimum conform NEN 8700, §2.3.2 opmerking 2)

Voor de referentieperiode geldt een minimum van 15 jaar, maar een hogere referentieperiode wordt niet uitgesloten. We achten het aanvaardbaar om toch van het minimum van 15 jaar uit te gaan, ook voor gebouwen waarvan verwacht mag worden dat ze een nog langere verwachte gebruiksduur hebben, bijvoorbeeld relatief jonge stadions. Dit omdat de toetsing op veiligheid op regelmatige basis zal worden herhaald.

| Belasting | $F_t = x\% F_{t_0}$ |
|--|---------------------|
| Categorie B: kantoorruimtes | 93% |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes voor delen van het gebouw die in geval van een calamiteit zwaar kunnen worden belast door een mensenmenigte (vluchtroutes, trappen enz.) | 95% |
| Categorie C: bijeenkomstruimtes voor delen van het gebouw die in geval van een calamiteit niet zwaar kunnen worden belast door een mensenmenigte (vluchtroutes, trappen enz.) | 92% |
| Categorie H: daken | 87% |
| Sneeuwbelasting (NB NEN-EN 1991-1-3, bijlage D, tabel NB.2) | 75% |
| Belasting door regenwater (NB NEN-EN 1991-1-3 tabel NB.1) | 81% |
| Windbelasting (NEN-EN 1991-1-4 §4.2, opmerking 4) | |
| Windgebied I | 93% |
| Windgebied II | 92% |
| Windgebied III | 91% |
| Temperatuur, geen brand (NEN-EN 1991-1-5, bijlage A.2) | |
| T_{max} | 93% |
| T_{min} | 81% |

Tabel 6, reductiefactoren bij verminderde referentieperiode van 15 jaar

2.5.2 NEN6702 - referentieperiode

Gebouwen in veiligheidsklasse 3 hebben een referentieperiode van 50 jaar. Voor gebouwen met een bijzondere maatschappelijke of primaire functie werd aanbevolen om 100 jaar als referentieperiode te kiezen. Het kan dus zijn dat een stadion destijds aangewezen is als een gebouw met een bijzondere maatschappelijke functie en daarmee een referentieperiode van 100 jaar heeft gekregen.

Conform NEN 6702 art. 5.5.2 had dan een correctiefactor moeten zijn aangenomen van:

$$\psi_t = 1 + \left(\frac{1-\psi}{9}\right) \ln\left(\frac{t}{t_{50}}\right)$$

Onderstaande Tabel 7 toont de correctiefactor voor diverse belastingen. Hierbij is uitgegaan van:

t = 100 jaar (minimum conform NEN 8700, §2.3.2 opmerking 2)

| Belasting | ψ_t |
|--|----------|
| Categorie b) kantoorfuncties | 104% |
| Categorie d) Overige gebruiksfuncties voor het personenvervoer, bijeenkomstfuncties, sportfuncties en de gebruiksfunctie "bouwwerk, geen gebouw zijnde" met een gedeelte mede bestemd voor bezoekers. | 106% |
| Categorie d) Ter plaatse van oppervlakken waar zitplaatsen vast aan de vloer verbonden zijn | 106% |
| Categorie H: daken | 108% |
| Sneeuwbelasting | 108% |
| Regenwaterbelasting | 108% |
| Windbelasting | 108% |
| Temperatuur (geen brand) | 108% |

Tabel 7, reductiefactoren bij verminderde referentieperiode van 15 jaar

2.5.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, referentieperiode

Tabel 6 toont de verhouding van veranderlijke belasting tussen een berekening op niveau afkeur volgens NEN 8700 en een berekening op niveau nieuwbouw volgens NEN 6702. Dit ervan uitgaande dat de oorspronkelijke NEN 6702 berekening is uitgevoerd met een referentieperiode van 50 jaar. Deze verhoudingen worden gebruikt in de vergelijking van grenstoestanden in §2.6.3.

Indien de oorspronkelijke NEN 6702 berekening is uitgevoerd met een referentieperiode van 100 jaar, dan mogen de factoren uit Tabel 6 gedeeld worden door de correctiefactoren ψ_t uit Tabel 7. Het is onze verwachting dat dit niet vaak het geval zal zijn.

2.6 belastingcombinaties

2.6.1 NEN 8700 - uiterste grenstoestanden

uiterste grenstoestanden STR en GEO

De toetsing van de onversterkte constructie geschiedt met de fundamentele belastingcombinatie in de uiterste grenstoestand STR volgens NEN 8700, eis afkeur. De aan te houden belastingcombinatie volgt uit art. A1.3.1 (1) van NEN 8700. Hier staat dat de maatgevende van de twee belastingcombinaties 6.10a en 6.10b van NEN-EN 1990 genomen mag worden:

6.10a:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

6.10b:

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Zie Tabel 8 voor de partiële belastingfactoren voor de uiterste grenstoestanden bij afkeur conform NEN 8700 tabel A1.2 (B) en (C):

| Belasting | | CC2 | CC3 |
|---|-------------------------|------|-------|
| Blijvende belasting, ongunstig (6.10a) | $\gamma_{Gj,sup}$ | 1,20 | 1,30* |
| Blijvende belasting, ongunstig (6.10b) | $\xi_j \gamma_{Gj,inf}$ | 1,10 | 1,20 |
| Blijvende belasting, gunstig (6.10a&b) | $\gamma_{Gj,inf}$ | 0,90 | |
| Wind maatgevende veranderlijke belasting (6.10a&b) | $\gamma_{Q,1}$ | 1,30 | 1,50 |
| Anders dan wind overheersende veranderlijke belasting (6.10a&b) | $\gamma_{Q,1}$ | 1,15 | 1,30 |

Tabel 8, partiële belastingfactoren voor de uiterste grenstoestanden bij afkeuren

* bij gebouwen waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor mag een waarde van 1,20 worden aangehouden.

buitengewone verificatiesituatie met het belastinggeval brand

De toetsing (on-)versterkte constructie geschiedt met de fundamentele belastingcombinatie in de uiterste grenstoestand 'brand' volgens NEN 8700. De aan te houden belastingcombinatie volgt uit art. A1.3.2 (1) van NEN 8700. Hierin staat dat deze buitengewone verificatiesituatie wordt getoetst met vergelijking 6.11, waarbij de partiële factoren gelijk aan 1,0 zijn genomen:

6.11b:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + P + A_d + \gamma_{Q,1} \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

| Belasting | | CC2 | CC3 |
|---------------------------------------|-------------------|------|-----|
| blijvende belasting, ongunstig | $\gamma_{Gj,sup}$ | 1,00 | |
| blijvende belasting, gunstig | $\gamma_{Gj,inf}$ | 1,00 | |
| overheersende veranderlijke belasting | $\gamma_{Q,1}^*$ | 1,00 | |
| buitengewone belasting | $\gamma_{Q,1}$ | 1,00 | |

Tabel 9, partiële belastingfactoren voor de buitengewone verificatiesituatie brand bij afkeuren

* ψ_1 geldt uitsluitend voor wind in combinatie met brand; voor overige buitengewone belastingcombinaties geldt ψ_2 .

2.6.2 NEN 6702 - uiterste grenstoestand

uiterste grenstoestand, fundamentele combinaties

De toetsing van de constructie geschiedt met de fundamentele belastingcombinatie in de uiterste grenstoestand. De aan te houden belastingcombinatie volgt uit §6.3.4.1. Hier staat dat de maatgevende van de twee belastingcombinaties (1) en (2) genomen moet worden:

(1):

$$F_{\Sigma f;u;d} = \gamma_{f;g;u} \times G_{rep} + \gamma_{f;q;u} \times \psi_t \times Q_{1;rep} + \sum_{i \geq 2}^n \gamma_{f;q;u} \times \psi_i \times Q_{i;rep}$$

(2):

$$F_{\Sigma f;u;d} = \gamma_{f;g;u} \times G_{rep}$$

Zie Tabel 8 voor de partiële belastingfactoren voor de uiterste grenstoestanden bij afkeur conform NEN 8700 tabel A1.2 (B) en (C):

| Belasting | | vk2 | vk3 |
|------------------------------------|----------------------|------|------|
| blijvende belasting, ongunstig (1) | $\gamma_{f;g;u;sup}$ | 1,20 | |
| blijvende belasting, gunstig (1) | $\gamma_{f;g;u;inf}$ | 0,90 | |
| blijvende belasting, gunstig (2) | $\gamma_{f;g;u;sup}$ | 1,35 | |
| veranderlijke belasting | $\gamma_{f;q;u}$ | 1,30 | 1,50 |

Tabel 10, partiële belastingfactoren voor de fundamentele combinaties volgens NEN 6702

uiterste grenstoestand, bijzondere combinatie brand

De toetsing van de constructie geschiedt met de bijzondere belastingcombinatie brand in de uiterste grenstoestand. De aan te houden belastingcombinatie volgt uit §6.3.4.2. Hier staat dat de volgende belastingcombinatie genomen moet worden:

$$F_{\Sigma a;u;d} = \gamma_{f;g;u} \times G_{rep} + \gamma_{f;a;u} \times A_{rep} + \sum_{i \geq 1}^n \gamma_{f;q;u} \times \psi_i \times Q_{i;rep}$$

Zie Tabel 11 voor de partiële belastingfactoren voor de uiterste grenstoestanden brand:

| Belasting | | vk2 | vk3 |
|--------------------------------|----------------------|------|-----|
| blijvende belasting, ongunstig | $\gamma_{f;g;u;sup}$ | 1,00 | |
| blijvende belasting, gunstig | $\gamma_{f;g;u;inf}$ | 1,00 | |
| veranderlijke belasting | $\gamma_{f;q;u}$ | 1,00 | |
| bijzondere belasting | $\gamma_{f;a;u}$ | 1,00 | |

Tabel 11, partiële belastingfactoren voor de bijzondere combinatie brand volgens NEN 6702

Volgens NEN 6702, §9.2.2 moet bij de beoordeling van onderdelen van de hoofddraagconstructie onder brandomstandigheden die bij bezwijken aanleiding geven tot voortschrijdende instorting, voor de momentane waarde van wind zijn uitgegaan van: $\psi = 0,2$.

2.6.3

vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, belastingcombinaties

De vergelijking van NEN 8700 op niveau afkeur met NEN 6702 nieuwbouw wordt gedaan met enkele voorbeelden. Hierbij wordt niet gekeken naar de absolute waarde van de blijvende of veranderlijke belastingen, maar naar de combinatie van veiligheidsfactoren en reductiefactoren. Dit om te beschouwen of naar alle waarschijnlijkheid de berekening op afkeurniveau van NEN 8700 tot lagere rekenwaarden van belastingen leidt dan de oorspronkelijke berekening op nieuwbouwniveau van NEN 6702.

Bij deze voorbeelden wordt uitgegaan van:

- NEN 6702 referentieperiode van 50 jaar
- NEN 8700 referentieperiode van 15 jaar
- Hoofddraagconstructie in vk3 / CC3
- Geen voorspanning

Onderstaande Tabel 12 en Tabel 13 tonen de vermenigvuldigingsfactoren voor belastingen bij verschillende belastingcombinaties. De maatgevende vermenigvuldigingsfactoren zijn onderstreept. Dit gaat wel uit van gelijke waarden van de belastingen. Het kan zijn dat individuele belastingen in NEN 8700 anders uitvallen.

typisch tribune dak

| Norm | blijvend | dak | sneeuw | regen | wind* | temp. | brand |
|---------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-------|
| sterkte, ongunstig ¹ | | | | | | | |
| | | 1,3 x 0,87 = | 1,3 x 0,75 = | 1,3 x 0,81 = | 1,3 x 0,93 = | 1,3 x 0,93 = | |
| NEN 8700 | 1,2 | 1,13 | 0,98 | 1,05 | 1,21 | 1,21 | |
| NEN 6702 | 1,2 | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | |
| sterkte, ongunstig ² | | | | | | | |
| NEN 8700 | 1,3 | | | | | | |
| NEN 6702 | <u>1,35</u> | | | | | | |
| sterkte, gunstig | | | | | | | |
| | | 1,3 x 0,87 = | 1,3 x 0,75 = | 1,3 x 0,81 = | 1,3 x 0,93 = | 1,3 x 0,93 = | |
| NEN 8700 | 0,9 | 1,13 | 0,98 | 1,05 | 1,21 | 1,21 | |
| NEN 6702 | 0,9 | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | <u>1,5</u> | |
| brand | | | | | | | |
| NEN 8700 | 1,0 | | | | 1,0 x 0,2 x 0,93 = 0,19 | | 1,0 |
| NEN 6702 | 1,0 | | | | 1,0 x 0,2 = <u>0,2</u> | | 1,0 |

Tabel 12, vergelijking belastingcombinaties tribune dak, NEN 8700 afkeur / NEN 6702 nieuwbouw

OPMERKINGEN

- In bovenstaande Tabel 12 is te zien dat de belastingcombinaties op nieuwbouwniveau volgens NEN 6702 maatgevend zijn geweest boven afkeurniveau van NEN 8700.
- Opgemerkt wordt hierbij dat voor lichte daken de combinatie 'sterkte, ongunstig²' vaak niet maatgevend is boven 'sterkte, ongunstig¹'.
- * indien wind maatgevend, is volgens NEN8700 de vermenigvuldigingsfactoren 1,5 x 0,93 = 1,40

typische tribune vloer

| Norm | blijvend | var. b) kantoor | var. c) bijeenkomst vluchtroutes / trappen | var. c) géén bijeenkomst vluchtroutes / trappen | brand |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|--|---|-------|
| sterkte, ongunstig ¹ | | | | | |
| NEN 8700 | 1,2 | $1,3 \times 0,93 = 1,21$ | $1,3 \times 0,95 = 1,24$ | $1,3 \times 0,92 = 1,20$ | |
| NEN 6702 | 1,2 | <u>1.5</u> | <u>1.5</u> | <u>1.5</u> | |
| sterkte, ongunstig ² | | | | | |
| NEN 8700 | 1,3 | $1,3 \times 0,5 \times 0,93 = 0,60$ | $1,3 \times 0,6 \times 0,95 = 0,74$ | $1,3 \times 0,4 \times 0,92 = 0,48$ | |
| NEN 6702 | <u>1.35</u> | | | | |
| sterkte, gunstig | | | | | |
| NEN 8700 | 0,9 | $1,3 \times 0,93 = 1,21$ | $1,3 \times 0,95 = 1,24$ | $1,3 \times 0,92 = 1,20$ | |
| NEN 6702 | 0,9 | <u>1.5</u> | <u>1.5</u> | <u>1.5</u> | |
| brand | | | | | |
| NEN 8700 | 1,0 | $1,0 \times 0,3 \times 0,93 = 0,28$ | $1,0 \times 0,6 \times 0,95 = 0,57$ | $1,0 \times 0,6 \times 0,92 = 0,55$ | 1,0 |
| NEN 6702 | 1,0 | $1,0 \times 0,5 = 0,5$ | $1,0 \times 0,25 = 0,25$ | $1,0 \times 0,25 = 0,25$ | 1,0 |

Tabel 13, vergelijking belastingcombinaties tribune dak, NEN 8700 afkeur / NEN 6702 nieuwbouw

OPMERKINGEN

- In bovenstaande Tabel 13 is te zien dat de belastingcombinaties op nieuwbouwniveau volgens NEN 6702 niet altijd direct maatgevend zijn geweest boven afkeurniveau van NEN 8700.
- Bij de belastingcombinatie 'sterkte, ongunstig²' valt NEN 8700 afkeur maatgevend uit, al zal deze bij gebruikelijke permanente belastingen zelden maatgevend zijn boven de NEN 6702 belastingcombinatie 'sterkte, ongunstig¹'.
- Bij de belastingcombinatie brand is de NEN 8700 afkeur-toets maatgevend voor vloeren in categorie d (overige gebruiksfuncties).

3 windbelastingen
De bepaling van de windbelasting volgens NEN 6702 is op diverse punten afwijkend van NEN-EN 1991-1-4. Daarnaast is windbelasting een bepalende (vaak maatgevende) belasting bij de berekening van tribune overkappingen bij stadions. Vandaar dat deze in een apart hoofdstuk worden beschouwd.

3.1 waarden van extreme stuwdruk

3.1.1 NEN 8700 – waarden van extreme stuwdruk
De waarden van de extreme stuwdruk volgen uit tabel NB.5 van de NEN-EN 1991-1-4. De tabel geeft stuwdrukken aan voor windgebied I, II en III, voor bebouwde, onbebouwde en kustgebieden.

NEN-EN 1991-1-4 benoemt de invloed van hogere naastgelegen gebouwen in §4.3.4: “(1) Indien het bouwwerk dicht bij een ander bouwwerk staat dat ten minste twee keer zo hoog is als de gemiddelde hoogte van de omringende bouwwerken, dan kunnen voor bepaalde windrichtingen hogere windsnelheden van toepassing zijn (afhankelijk van de eigenschappen van het bouwwerk). Deze gevallen behoren in acht te zijn genomen.”

Dit betekent dat de aan te nemen waarde van de stuwdruk voor het stadion mogelijk hoger wordt, ingeval een naastgelegen hoger gebouw.

3.1.2 NEN 6702 - waarden van representatieve windbelasting
De waarden van de extreme stuwdruk volgen uit tabel A.1 van de NEN 6702. De tabel geeft stuwdrukken aan voor windgebied I, II en III, voor bebouwde en onbebouwde gebieden.

3.1.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702 waarden van representatieve windbelasting
De extreme waarde van de stuwdruk wijkt enigszins af. Tabel 14 toont de maximale afwijking tussen beide normen. Voor bebouwde en onbebouwde gebied bedraagt de maximale toename 15%. Voor kustgebieden kan de vergelijking niet gemaakt worden, aangezien deze niet apart onderkend werd in de NEN 6702.

| NEN 8700 / NEN 6702 | Windgebied I | | | Windgebied II | | | Windgebied III | |
|------------------------|--------------|-----------|---------|---------------|-----------|---------|----------------|---------|
| | kust | onbebouwd | bebouwd | kust | onbebouwd | bebouwd | onbebouwd | bebouwd |
| min | | 85% | 86% | | 88% | 85% | 88% | 81% |
| max | | 111% | 114% | | 111% | 115% | 107% | 111% |

Tabel 14, verhouding extreme stuwdruk NEN 8700 / NEN 6702

Eerder is in Tabel 12 in §2.6.3 aangetoond dat in belastingcombinaties op sterkte de NEN 8700, niveau afkeur niet maatgevend zal zijn. Er is een benutting van $1,21/1,5 - 1 = 81\%$. Dit is voldoende compensatie voor de hogere waarden van de stuwdruk. Let wel dat dit niet geldt voor de belastingcombinatie brand samen met wind. Daar is deze marge niet aanwezig.

OPMERKINGEN

- De hoogte van de representatieve windbelasting kan hoger uitvallen, maar dit zal in veel gevallen gecompenseerd worden door lagere veiligheidsfactoren en correctiefactoren.
- Gezien de mogelijk maatgevende belastingcombinatie brand & wind en de mogelijk hogere windvormfactoren en dynamische effecten is het aan te bevelen de gewijzigde representatieve windbelasting volgens NEN 8700 vast te leggen.
- Ingeval er naast het stadion een hoog gebouw staat, is het raadzaam de invloed op de aan te houden waarde van de windbelasting te toetsen.

3.2 afmeting van gebouw

3.2.1 NEN 8700 – afmeting van gebouw, C_s

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een afmetingsfactor C_s , die de afmetingen van het beschouwde deel van het bouwwerk in rekening brengt. De factor C_s moet zijn bepaald volgens vergelijking (6.2) in §6.3.1 in NEN-EN 1991-1-4.

3.2.2 NEN 6702 – afmeting van gebouw, C_{dim}

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een dimensiefactor C_{dim} , die de afmetingen van het beschouwde deel van het bouwwerk in rekening brengt. De factor C_{dim} moet zijn bepaald volgens bijlage A.2 van NEN 6702.

3.2.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, afmeting van gebouw

De waarden van de afmetings- of dimensiefactor wijkt enigszins af. Tabel 15 toont de maximale afwijking tussen beide normen. Door de lagere factoren zullen de resulterende belastingen ook lager uitvallen in de NEN 8700. De reductie varieert tussen 8% en 27%. De reductie is met name groter voor hoge gebouwen.

| NEN 8700 / NEN 6702 | Terreincategorie 0 | Terreincategorie I | Terreincategorie II |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| min | 73% | 68% | 69% |
| max | 96% | 91% | 92% |

Tabel 15, verhouding afmeting/dimensie factor NEN 8700 / NEN 6702

OPMERKINGEN

- Opgemerkt dient te worden dat het product $C_s C_d$ niet lager mag zijn dan 0,85. Hier is bij de separate vergelijking van C_s en C_d geen rekening gehouden.
- Bij het toetsen van individuele spanten of onderdelen van een overkapping kan de afmeting/dimensiefactor C_s of C_{dim} best op 1 worden gezet.

3.3 dynamisch effect

3.3.1 NEN 8700 – dynamisch effect, C_d

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een dynamische factor C_d , die het dynamische gedrag van het beschouwde deel van het bouwwerk in rekening brengt. De factor C_d moet zijn bepaald volgens vergelijking (6.3) in §6.3.1 in NEN-EN 1991-1-4.

Opmerking (5) in hoofdstuk 2 van NEN-EN 1991-1-4 meldt: ‘Vermoeiing door windbelasting behoort in acht te zijn genomen voor daarvoor gevoelige constructies. Opmerking: Het aantal belastingcycli mag zijn bepaald met bijlagen B, C en E.’. Hierbij zijn bijlagen B & C normatief en bijlage E informatief.

3.3.2 NEN 6702 – dynamische vergrotingsfactor φ_1

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een dynamische vergrotingsfactor φ_1 , die het dynamische gedrag van het beschouwde deel van het bouwwerk in rekening brengt. De factor φ_1 moet zijn bepaald volgens artikel 8.6.6.2 van NEN 6702.

In artikel 8.6.6.2 staat ook de volgende opmerking: “Voor constructies die gevoelig zijn voor het aantal optredende spanningswisselingen in de levensduur (vermoeiing) wordt verwezen naar de desbetreffende literatuur.” Het is de vraag of stalen tribune overkappingen onder verwijzing naar dit artikel daadwerkelijk op vermoeiing zijn gecontroleerd.

3.3.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, dynamisch effect

De waarden van de dynamische vergrotingsfactor wijkt enigszins af. Tabel 16 toont de maximale afwijking tussen beide normen. De afwijking varieert tussen +42% en -15%. De reductie is met name groter voor hoge gebouwen.

| NEN 8700 / NEN 6702 | 1,0 Hz | 1,2 Hz | 1,4 Hz |
|---|--------|------------|--------|
| NEN-EN 1991-1-4 stalen vakwerktorens, gelast / NEN 6702 staalconstructies | | | |
| $\delta = 0,02$ | | $D = 0,01$ | |
| max | 158% | 151% | 146% |
| min | 88% | 89% | 89% |
| NEN-EN 1991-1-4 stalen gebouwen / NEN 6702 staalconstructies | | | |
| $\delta = 0,05$ | | $D = 0,01$ | |
| max | 114% | 112% | 110% |
| min | 82% | 83% | 85% |
| NEN-EN 1991-1-4 gebouwen van gewapend beton / NEN 6702 betonconstructies | | | |
| $\delta = 0,10$ | | $D = 0,02$ | |
| max | 111% | 109% | 108% |
| min | 86% | 87% | 88% |

Tabel 16, verhouding dynamische vergrotingsfactor NEN 8700 / NEN 6702

OPMERKINGEN

- Opgemerkt dient te worden dat het product $C_s C_d$ niet lager mag zijn dan 0,85. Hier is bij de separate vergelijking van C_s en C_d geen rekening gehouden.
- Bij het berekenen van stalen tribune overkappingen lijkt het in vele gevallen aangewezen om voor het bepalen van de demping uit te gaan van 'stalen gelaste vakwerktorens'.
- Gezien de mate van verschil tussen de NEN 6702 en de NEN-EN 1991-1-4 is herberekening van de dynamische vergrotingsfactor aan te bevelen.
- Zowel artikel 6.1 (1) uit NEN-EN 1991-1-4_ANB als artikel 8.6.6.2 uit NEN 6702 geeft aan dat geen dynamische vergrotingsfactor in de richting van de wind gerekend dient te worden als de verhouding h/b kleiner is dan 5 en de hoogte lager is dan 50 meter. Als voor de breedte 'b' de gebouwbreedte genomen wordt, leidt dit ertoe dat bij tribune overkappingen geen dynamische vergrotingsfactor gerekend zou hoeven worden.
Het lijkt reëel eerder voor 'h' de lengte van de uitkraging van een tribuneoverkapping en voor 'b' de maat van de spanten van de overkapping te nemen bij de bepaling van 'h/b'. Opgemerkt wordt wel dat de betreffende artikels nooit bedoeld zijn voor deze toepassing en derhalve met de nodige omzichtigheid moet worden betracht! In geval van (gerede) twijfel is een dynamische analyse aan te bevelen.
- Lokale dynamische belastings-effecten worden niet (altijd) door generieke regels gevangen. Een windtunnelonderzoek kan hierin meer inzicht verschaffen.

3.4 vormfactoren

De vergelijking van windvormfactoren wordt gedaan voor typische tribune overkappingen bij stadions. De vergelijking richt zich op dak en gevel.

Bij de vergelijking van de wind vormfactoren voor het dak wordt in deze notitie gekeken naar eenzijdig hellende, open overkappingen als referentie voor typische tribune overkappingen. Deze houden rekening met een mogelijke blokkade. Maar deze blokkade zit volgens de rekenregels van beide normen aan de lijzijde, terwijl deze in werkelijkheid ook aan de loefzijde van de overkapping kan zitten. Zowel in de vorm van een vaste gevel, als in de vorm van een tijdelijke blokkade van een open gevel.

Om een blokkade aan de loefzijde te toetsen wordt een gebouw met een rechthoekige plattegrond met grote openingen beschouwd; een zogenaamd 'open gebouw'.

Voor andere gebouwvormen of gebouwdelen zal separaat deze vergelijking gemaakt moeten worden.

De NEN-EN 1991-1-4 beveelt niet aan, zoals de NEN 6702 wel doet, dat voor gebouwen met een afwijkende plattegrond de windvormfactoren middels windtunnelproeven worden onderbouwd. De NEN-EN 1991-1-4 meldt in paragraaf 1.5 wél:

- (1) Als aanvulling op berekeningen kunnen windtunnelproeven en beproefde en/of voldoende gevalideerde numerieke methodes zijn gebruikt om informatie over belastingen of responsie te verkrijgen, gebruik makend van geschikte modellen voor de constructie en de natuurlijke wind.
- (2) Voor het toepassen van windtunnelonderzoek voor de bepaling van de windbelasting op gebouwen kan CUR-aanbeveling 103 worden geraadpleegd.

3.4.1 NEN 8700 – vormfactoren

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een vormfactor, die de invloed van de vorm van het bouwvolume in rekening brengt.

Open overkapping:

De globale krachtscoëfficiënten c_f voor open overkappingen moet zijn bepaald volgens §7.3 in NEN-EN 1991-1-4. Tabel 17 toont deze globale krachtscoëfficiënt c_f . De getoonde waarden gelden voor overkappingen waarbij de opening onder de overkapping volledig geblokkeerd zijn ($\varphi=1$).

| Dakhelling α | NEN 8700 - NEN-EN 1991-1-4 Globale krachtcoëfficiënten c_f | |
|---------------------|---|------|
| | max | min |
| 0° | +0,2 | -1,3 |
| 5° | +0,4 | -1,4 |
| 10° | +0,5 | -1,4 |
| 15° | +0,7 | -1,4 |
| 20° | +0,8 | -1,4 |
| 25° | +1,0 | -1,4 |
| 30° | +1,2 | -1,4 |

Tabel 17, wind vormfactoren voor eenzijdig hellende, open overkappingen bij NEN 8700

Open gebouw:

De uitwendige drukcoëfficiënten c_{pe} volgens NEN-EN 1991-1-4 moet zijn bepaald voor

- gevels van gebouwen met een rechthoekige plattegrond volgens §7.2.2;
- platte daken volgens §7.2.3;
- lessenaarsdaken volgens §7.2.4.

De inwendige drukcoëfficiënten c_{pi} volgens NEN-EN 1991-1-4 moet zijn bepaald volgens §7.2.9. We nemen aan dat de open kant van een tribune een zijde is met dominante openingen. De oppervlakte van openingen wordt aangenomen als minimaal tweemaal de oppervlakte van de openingen aan de overige zijden. In dat geval geldt: $c_{pi} = 0,90 * c_{pe}$, waarin c_{pe} de waarde is van de uitwendige drukcoëfficiënt ter plaatse van de openingen in de dominante zijde (NEN-EN 1991-1-4(5) verg. (7.2).

3.4.2 NEN 6702 – vormfactoren

Bij de bepaling van de windbelasting moet de extreme waarde van de stuwdruk p_w zijn vermenigvuldigd met een vormfactor, die de invloed van de vorm van het bouwvolume in rekening brengt.

NEN 6702 meld in §8.6.4.1: “De in rekening te brengen windvormfactoren voor gevels zijn in sterke mate afhankelijk van de vorm en afmetingen van de plattegrond van het gebouw. Voor vormfactoren voor gebouwen met een plattegrond die significant afwijkt van de in de figuren gepresenteerde vormen kan het zinvol zijn om de vormfactoren te bepalen door windtunnelonderzoek dan wel literatuuronderzoek.”

Open overkapping:

De vormfactoren voor eenzijdig hellende overkappingen moet zijn bepaald volgens §8.6.4.2 en figuur A.8a in NEN6702. Tabel 18 toont de windvormfactor c_t . Bij de bepaling van de windvormfactoren is rekening gehouden dat de doorstroming van wind kan zijn geblokkeerd.

| Dakhelling α | NEN 6702 Windvormfactoren c_t | |
|---------------------|------------------------------------|------|
| | max | min |
| 0° | +0,2 | -1,3 |
| 5° | +0,4 | -1,4 |
| 10° | +0,5 | -1,4 |
| 15° | +0,7 | -1,3 |
| 20° | +0,8 | -1,4 |
| 25° | +1,0 | -1,6 |
| 30° | +1,2 | -1,8 |

Tabel 18, wind vormfactoren voor eenzijdig hellende, open overkappingen bij NEN 6702

Open gebouw:

De windvormfactoren c_{pe} volgens NEN 6702 moet zijn bepaald voor

- gevels van gebouwen met een rechthoekige plattegrond volgens figuur A.4;
- platte daken volgens figuur A.6;
- lessenaarsdaken volgens figuur A.7.

De inwendige druk wordt beschreven in 8.6.4.4

- bij windrichtingen die uitsluitend druk geven op wanden met dominante openingen moet in alle ruimten binnen de uitwendige scheidingsconstructie ten minste zijn gerekend met een overdruk met $C_{pi} = +0,6$, of met een onderdruk met $C_{pi} = -0,4$;
- bij windrichtingen die uitsluitend zuiging geven op wanden met dominante openingen moet in alle ruimten binnen de uitwendige scheidingsconstructie ten minste zijn gerekend met een overdruk met $C_{pi} = +0,3$ en met een onderdruk met $C_{pi} = -0,4$;
- De windvormfactor voor externe druk wordt verkregen uit figuur A.4 en figuur A.6 uit NEN 6702. Deze windvormfactor varieert van

3.4.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, vormfactoren

Open overkapping:

De waarden van de vormfactoren voor eenzijdig hellende overkappingen wijken enigszins af. Tabel 19 toont de vormfactoren volgens beide normen. De maatgevende vermenigvuldigingsfactoren zijn onderstreept.

Voor beide normen geldt dat het aangrijpingspunt van de belasting niet in het midden, maar op ¼ lengte van de rand van de loefzijde ligt, zoals getoond in figuur.

| Dakhelling α | NEN 8700 - NEN-EN 1991-1-4 Globale krachtcoëfficiënten c_f | | NEN 6702 Windvormfactoren c_t | |
|---------------------|---|------|------------------------------------|------|
| | max | min | max | min |
| 0° | +0,2 | -1,3 | +0,2 | -1,3 |
| 5° | +0,4 | -1,4 | +0,4 | -1,4 |
| 10° | +0,5 | -1,4 | +0,5 | -1,4 |
| 15° | +0,7 | -1,4 | +0,7 | -1,3 |
| 20° | +0,8 | -1,4 | +0,8 | -1,4 |
| 25° | +1,0 | -1,4 | +1,0 | -1,6 |
| 30° | +1,2 | -1,4 | +1,2 | -1,8 |

Tabel 19, wind vormfactoren voor eenzijdig hellende, open overkappingen bij NEN 8700 en NEN 6702

Gesloten gebouw met grote openingen:

De beide normen zijn lastig met elkaar te vergelijken:

- zowel voor de gevels als voor de daken geeft de NEN-EN 1991-1-4 meer gedifferentieerde belastingen per deeloppervlak dan de NEN 6702.
- De gebieden waarvoor de diverse vormfactoren gelden zijn niet gelijk.
- Beide normen geven voor lessenaarsdaken van gebouwen met grote openingen vormfactoren voor wind loodrecht op het lessenaarsdak. Dit voor een oplopend dak ($\theta=0^\circ$) en een aflopend dak ($\theta=180^\circ$). Enkel de NEN-EN 1991-1-4 geeft ook vormfactoren voor wind evenwijdig aan het lessenaarsdak ($\theta=90^\circ$).

OPMERKINGEN

- Het verdient aanbeveling om voor het dak van een tribune of van het stadion zelf hernieuwd te kijken naar de windvormfactoren, aangezien deze op onderdelen teveel zijn gewijzigd ten opzichte van de NEN 6702. Er kan niet op voorhand worden aangenomen dat de NEN 6702 op nieuwbouwniveau maatgevend is boven de NEN 8700 op afkeurniveau.
- Voor de windvormfactoren van een tribunedak kan niet zondermeer worden uitgegaan van open 'overkappingen'.
- De normartikelen in zowel de NEN 6702 als de NEN 8700 gaan uit van rechte daken en rechte gevels. Bij relevante afwijkingen dient hier rekenschap van genomen te worden.
- Hoewel de NEN-EN 1991-1-4 in tegenstelling tot de NEN 6702 niet direct aanbeveelt om voor gebouwen met een afwijkende plattegrond de windvormfactoren middels windtunnelproeven te onderbouwen lijkt ons dit wel aangewezen voor gebouwen met een plattegrond die significant afwijken van de in de figuren gepresenteerde vormen. Dit te doen door windtunnelonderzoek dan wel literatuuronderzoek.

4 Trillingen

4.1 Trillingen en vermoeiing

Dit hoofdstuk vergelijkt de eisen naar trillings- en vermoeiingsberekeningen van de normen aangestuurd door de NEN 8700 en de NEN 6702. De trillingen door wind zijn eerder al behandeld onder §3.3.3.

4.1.1 NEN 8700 – trillingen en vermoeiing

Uiterste grenstoestand

In de NEN-EN 1990 is het volgende vastgelegd over trillingen in de uiterste grenstoestand:

- NEN-EN 1990, §3.3 (1)
"De grenstostanden die betrekking hebben op:
 - de veiligheid van personen, en/of
 - de veiligheid van de constructie
 moeten zijn ingedeeld als uiterste grenstostanden."
- NEN-EN 1990, §3.3 (4)
"De volgende uiterste grenstostanden moeten zijn getoetst, waar van toepassing:
 - bezwijken door vermoeiing of andere tijdsafhankelijke effecten."

Bruikbaarheidsgrenstoestand

In de NEN-EN 1990 is het volgende vastgelegd over trillingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand:

- NEN-EN 1990, §A1.4.4 (2)
"Opdat de bruikbaarheidsgrenstoestand van een constructie of een constructief element niet wordt overschreden bij blootstelling aan trillingen, behoort de eigen frequentie van de trillingen van de constructie of het constructieve element hoger te liggen dan de daarvoor geëigende waarden die afhangen van de functie van het gebouw en de oorzaak van de trillingen en zijn overeengekomen met de opdrachtgever en/of de desbetreffende overheid(sinstantie)."
- NEN-EN 1990, §A1.4.4 (3)
"Indien de eigenfrequentie van de trillingen van de constructie lager is dan de daarvoor geëigende waarde, behoort een meer nauwkeurige berekening van de dynamische respons van de constructie, met inbegrip van het in aanmerking nemen van demping, te zijn uitgevoerd."

Over de opgelegde belastingen op vloeren meldt de NEN-EN 1991-1-1:

- NEN-EN 1991-1-1, §2.2(3):
"Opgelegde belastingen behoren in aanmerking te zijn genomen als quasi-statische belastingen (zie EN 1990, 1.5.3.13). De belastingmodellen mogen dynamische effecten bevatten indien er geen gevaar voor resonantie is of een andere aanzienlijke dynamische respons van de constructie, zie EN 1992 t/m EN 1999. Indien resonantie-effecten kunnen worden verwacht, als gevolg van synchroon ritmische beweging van mensen of door dansen of springen, behoort het belastingmodel te zijn vastgesteld voor een gespecialiseerde dynamische berekening (volledig dynamische berekening)."
- NEN-EN 1991-1-1, §3.3.1 (4):
"Bij constructies die gevoelig zijn voor trillingen, behoren, waar van toepassing, dynamische modellen van de opgelegde belastingen te zijn beschouwd. De ontwerpwerkwijze wordt gegeven in EN 1990, 5.1.3."
- NEN-EN 1991-1-1, §6.3.1.1 (2):
"Onafhankelijk van deze classificatie van ruimten moeten dynamische effecten in aanmerking zijn genomen waar is te verwachten dat het gebruik aanzienlijke dynamische effecten zal teweegbrengen."
- NEN-EN 1991-1-1, Tabel 6.1:
De aandacht wordt gevestigd op 6.3.1.1 (2), in het bijzonder wat betreft C4 en C5. Zie EN 1990 wanneer dynamische effecten in aanmerking moeten zijn genomen."

4.1.2 NEN 6702 – trillingen en vermoeiing

Vermoeiing

In de NEN 6702 is het volgende vastgelegd over vermoeiing:

- NEN 6702, hoofdstuk 1
"Deze norm geeft rekenwaarden van de overwegend statische belastingen en de maximaal toelaatbare vervormingen van bouwconstructies of delen van bouwconstructies. De norm bevat slechts belastingen die voor de bepaling van de krachtsverdeling als statische belasting in rekening kunnen worden gebracht. Niet opgenomen zijn de belastingen voor een dynamische berekening of een vermoeiingsberekening."
- NEN 6702, §8.6.6.1
"Als gevolg van de fluctuerende windbelasting kan een bouwwerk in trilling raken en kan een tijdelijke vergroting van de vervormingen ontstaan. Dit geldt zowel in de windrichting, (zie 8.6.6.2) als loodrecht daarop, (zie 8.6.6.3). De hierdoor ontstane vergroting van de doorsnedekrachten kan in rekening worden gebracht door in plaats van de stuwdrukwaarden volgens tabel A.1, uit te gaan van hogere quasi-statische belastingen. Voor constructies die gevoelig zijn voor het aantal optredende spanningswisselingen in de levensduur (vermoeiing) wordt verwezen naar de desbetreffende literatuur."

Uiterste grenstoestand

In de NEN 6702 zijn geen specifieke bepalingen vastgelegd over trillingen in de uiterste grenstoestand.

Bruikbaarheidsgrenstoestand

In de NEN 6702 is het volgende vastgelegd over trillingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand:

- NEN 6702, §6.2.3
"Bruikbaarheidsgrenstoelstanden zijn onder andere: trillingen die hinderlijk zijn of die niet-constructieve onderdelen of apparatuur nadelig beïnvloeden (in het bijzonder als resonantie optreedt)."
- NEN 6702, §10.5.1
Trillingen mogen het doelmatig gebruik van een constructie-onderdeel niet "belemmeren en trillingen mogen geen schade veroorzaken. Hinderlijke trillingen van constructie-onderdelen moeten worden vermeden."
- NEN 6702, §10.5.2
"Bij vloeren waarover veel wordt gelopen, zoals vloeren van woningen en kantoren mag de eerste eigen frequentie van de vloer niet lager zijn dan 3 Hz. Aan deze eis hoeft niet te zijn voldaan indien de som van de representatieve waarden van de permanente en momentane belasting ten minste 5 kN/m² bedraagt of, in geval van door liggers ondersteunde vloeren, in totaal 150 kN per ligger. Bij een vloer waarop wordt gesprongen en gedanst, bijvoorbeeld op een vloer van een gymnastiek- of danszaal, mag de eerste eigen frequentie van de vloerconstructie niet lager zijn dan 5 Hz."
- NEN 6702, §10.5.3
Windtrillingen zijn hinderlijk voor personen die zich in een verblijfsruimte van een gebouw bevinden indien een versnelling a wordt overschreden. Voor gebouwen met een hoogte van minder dan 20 m en met een breedte groter dan de hoogte hoeft geen controle op hinderlijke windtrillingen te zijn uitgevoerd.

4.1.3 vergelijking NEN 8700 met NEN 6702, trillingen en vermoeiing

uiterste grenstoestand, vermoeiing

- In de NEN 6702 werden vermoeiingsberekeningen wel bij het toepassingsgebied benoemd, maar vervolgens nergens bij een uiterste grenstoestand gespecificeerd. Het is de vraag of er bij gebruikmaking van de NEN 6702 daadwerkelijk op vermoeiing is gecontroleerd.
- De NEN 8700 heeft onder verwijzing naar de NEN-EN 1990 een hardere verwijzing naar het moeten doen van een vermoeiingsberekening in de uiterste grenstoestand. Dit kan met name van toepassing zijn bij lichte staalconstructies onder een windbelasting, waar door schade of degeneratie hogere dan bedoelde spanningen of spanningsconcentraties optreden

uiterste grenstoestand, dynamische vergroting (resonantie)

- Er zijn geen constructiedelen die op resonantie getoetst dienden of dienen te worden. Bij de windbelasting wordt wel een dynamische vergrotingsfactor gebruikt om de dynamische belasting om te werken tot een quasi statische belasting.
- Er worden geen dynamische berekeningen in de uiterste grenstoestand vereist voor bijvoorbeeld tribinevloeren of tribune elementen. Dit betreft enkel een comfort toets.

Bruikbaarheidsgrenstoestand, dynamische vergroting (resonantie)

- Toetsen op bruikbaarheidsgrenstostanden is niet vereist in het kader van een veiligheidstoets op basis van afkeurniveau van de NEN 8700.

OPMERKINGEN

- De volgende controles worden aanbevolen bij een toets op afkeurniveau volgens NEN 8700:
 - o Dynamische effecten van de windbelasting op lichte tribune overkappingen in de uiterste grenstoestand;
 - o Vermoeiing door de windbelasting op lichte tribune overkappingen in de uiterste grenstoestand

Bij vermoeiing is met name aandacht gewenst voor het zogenaamde 'low-cycle fatigue' (laag cyclische vermoeiing). Dit kan optreden bij (lichte) staalconstructies, waar door schade of degeneratie (lokaal) hogere dan bedoelde spanningen of spanningsconcentraties optreden.

5 referenties

- [1] NEN 8700, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – grondslagen; december 2011
- [2] NEN-EN 1990:2002+C2:2010+NB:2011, Grondslagen van het constructief ontwerp
- [3] NEN-EN 1991-1-1:2002+C1:2009+NB:2011, Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
- [4] NEN-EN 1991-1-2:2002+C3:2013+NB:2011, Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand
- [5] NEN-EN 1991-1-3:2003+A1:2015(en)+NB:2011, Belastingen op constructies - Deel 1-3: Algemene belastingen - Sneeuwbelasting
- [6] NEN-EN 1991-1-4:2005/NB:2011, Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting
- [7] NEN-EN 1991-1-5:2003+C1:2009+NB:2011, Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting
- [8] NEN 6702:2007, Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen

