



Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.

abt

NTA Constructieve veiligheid publieke gebouwen

Bureaustudie 1 - Bestaande richtlijnen, protocollen, etc.

17 juni 2022

*Hageman  
dossier 10855*

*ABT  
rapport 2100740-1-D*

ABT  
Postbus 82  
6800 AB ARNHEM

Adviesbureau Hageman  
Postbus 26  
2280 AA RIJSWIJK

Opstellers:

ir. H.J. Kuijer  
ir. R.H.G Roijackers

Controle:

ir. H.G. Krijgsman

# INHOUD

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Overzicht beschouwde documenten.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Geïntariseerde elementen en aanbevelingen.....</b>	<b>3</b>
3.1	Systematische inventarisatie.....	3
3.2	Toepassingsgebied .....	3
3.3	Geïntariseerde elementen .....	3
3.4	Beoordeling van het gebouw in de gebruiksfase.....	4
3.4.1	Aanleiding .....	4
3.4.2	Aanpak / filosofie.....	4
3.5	Risicoanalyse .....	6
3.5.1	Werkwijze .....	6
3.5.2	Frequentie .....	6
3.6	Uitvoeren van periodieke beoordelingen.....	8
3.6.1	Checklists .....	8
3.6.2	Kwalificaties en onafhankelijkheid.....	9
3.7	Vastlegging .....	10
3.7.1	(Voorbeeld)rapportage .....	10
<b>4</b>	<b>Instrumenten onafhankelijkheid en deskundigheid.....</b>	<b>11</b>
Bijlage 1	<b>Samenvatting Literatuuronderzoek.....</b>	<b>12</b>
Bijlage 2	<b>Voorbeeld checklisten uit [15, IstructE].....</b>	<b>53</b>
Bijlage 3	<b>Voorbeeld checklisten uit [16, VDI].....</b>	<b>54</b>
Bijlage 4	<b>Voorbeeld inhoudsopgave uit [7, NEN-ISO] .....</b>	<b>55</b>

# 1 Inleiding

Nadat op 10 augustus 2019 een deel van het dak van een tribune van het AZ-stadion in Alkmaar is bezweken, is door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV) een rapport opgesteld (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2020) waarin enkele aanbevelingen zijn opgenomen die het doel hebben om de risico's voor de openbare veiligheid in de gebruiksfase van gebouwen te verbeteren. Eén van die aanbevelingen luidt als volgt:

*Stel voor publiek toegankelijke gebouwen uit de gevolgklasse 3 wettelijk verplicht dat de eigenaren periodiek onderzoek laten doen naar de constructieve veiligheid van het gebouw en zo nodig maatregelen nemen ter verbetering daarvan.*

- Laat dit periodiek onderzoek uitvoeren door een onafhankelijke, gecertificeerde deskundige.
- Zorg ervoor dat de diepgang en frequentie van het onderzoek proportioneel zijn aan de potentiële ernst in termen van gevaar voor mensen.
- Geef gemeenten de rol om toe te zien op de invulling van de wettelijke verplichting.
- Leg vast dat gebouweigenaren bij elke eigendomsoverdracht het complete bouwdoosier, inclusief rapporten van inspecties, beoordelingen en eventuele herstelmaatregelen, overdragen aan de nieuwe eigenaar.
- Benut buitenlandse ervaringen met richtlijnen voor sportaccommodaties (Verenigd Koninkrijk) en met periodieke beoordeling van constructies (Duitsland).

Naar aanleiding van deze aanbeveling heeft het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelatie NEN verzocht een NTA op te stellen waarin aanwijzingen zijn opgenomen voor het uitvoeren van een dergelijk periodiek onderzoek. Ten behoeve van het opstellen van deze NTA zijn door een combinatie van ABT en Adviesbureau Hageman een aantal bureaustudies uitgevoerd.

In het onderhavige rapport is verslag gedaan van een bureaustudie die als voorbereiding van het opstellen van deze NTA is uitgevoerd. Dit onderzoek is uitgevoerd door ABT en de resultaten zijn vervolgens besproken met Adviesbureau Hageman. In de bureaustudie is een literatuurstudie uitgevoerd naar bestaande richtlijnen, protocollen, leidraden en dergelijke die in Nederland en/of het buitenland beschikbaar zijn voor het uitvoeren van inspecties en beoordeling van bestaande gebouwen met als doel de constructieve veiligheid te beoordelen.

Conform de opdracht van NEN aan de combinatie dient de bureaustudie:

- a) een overzicht te geven van de richtlijnen, protocollen, leidraden etc. die er nationaal en internationaal zijn, die gebruikt zouden kunnen worden bij de uitwerking van de NTA, passend binnen de geformuleerde uitgangspunten voor de NTA. Hierbij worden ten minste de volgende documenten beschouwd:
  - *Beoordeling constructieve veiligheid Stadions Betaald Voetbal dd 1 juni 2020;*
  - *Guide to safety at Sports Grounds, sixth edition, 2018;*
  - *Standesicherheit von Bauwerken, Regelmäßige Überprüfung, VDI 6200 dd februari 2010;*
  - *Borgingsacties gebruiksfase – inspectie van gebouwen, KPCV dd 24 maart 2021.*
- b) een overzicht te geven van het toepassingsgebied van de onder a) genoemde documenten;
- c) inzicht te geven in de mate waarin de onder a) genoemde documenten elementen bevatten die toepasbaar zijn voor de Nederlandse situatie met betrekking tot de NTA;
- d) een overzicht te geven van de onder c) geïnventariseerde elementen.
- e) een overzicht te geven van de instrumenten die op dit moment in Nederland beschikbaar zijn waarmee de onafhankelijkheid en deskundigheid van de beoordelaar/diens organisatie geborgd

is/wordt. De uiteindelijke doelstelling is dat de in de NTA beschreven wijze voor het uitvoeren van de periodieke beoordeling uitgevoerd moet gaan worden door onafhankelijk en deskundig personeel.

Ten behoeve van het bereiken van het beoogde doel van de bureaustudie worden hierna in hoofdstuk 2 eerst de documenten benoemd die beschouwd zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de voor de NTA relevante aspecten gepresenteerd. Er wordt een samenvatting gegeven van de beschouwde documenten waarbij zo mogelijk achtergronden, toepassingsgebied en werkwijze worden beschreven. Vervolgens wordt een aanbeveling gedaan betreffende het element, dat toepasbaar is voor de Nederlandse situatie met betrekking tot de NTA.

## 2 Overzicht beschouwde documenten

De hierna volgende documenten zijn beschouwd. Grijs gemarkeerd zijn de documenten die zijn aangereikt om ten minste te beschouwen.

- [1] ABT, *Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions betaald voetbal*, 2020
- [2] ASCE 11, *Guideline for Structural Assessment of Existing Buildings*, 2000
- [3] Building and Construction Authority, *Periodic Structural Inspection of Existing Buildings - Guidelines for Structural Engineers*, 2012
- [4] CUR aanbeveling 121, *Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur van bestaande gewapende betonconstructies*, 2018
- [5] CROW-CUR aanbeveling 124, *Constructieve veiligheid bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden*, 2019
- [6] ISO 2394, *General Principles on Reliability for Structures*, 2013
- [7] NEN-ISO 13822, *Grondslagen voor het ontwerpen van constructies - beoordelen van bestaande constructies*, 2010
- [8] KPCV, *(Periodieke) inspecties van gebouwen*, 2021
- [9] NIST, *Guide for Conducting Risk Assessments*, 2012
- [10] New York Structural Department of Buildings, *Condition assessment as a tool for safe construction*, 2019
- [11] Onderzoeksraad voor veiligheid, *Verborgene gebreken? - Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion*, 2020
- [12] PEO, *Structural Condition Assessments of existing Buildings and Designated Structures Guideline*, 2016
- [13] Rijkswaterstaat, *Richtlijn Beoordeling kunstwerken*, 2013
- [14] Sports Grounds Safety Authority, *Guide to Safety at Sports Grounds (Green Guide)*, 2018
- [15] The Institution of Structural Engineers, *Appraisal of Existing Structures*, 2010
- [16] VDI, *Standardsicherheit von Bauwerken Regelmäßige Überprüfung (Structural safety of buildings Regular inspections)*, 2010
- [17] RVB, *Handboek RVBBOEI-inspecties*, 2018
- [18] Prorail, *Richtlijn Eisen inspectie en kwaliteitsmeting Kunstwerken*, 2019
- [19] NEN 2767-1, *Conditiemeting gebouwde omgeving - Deel 1: Methodiek*, 2017
- [20] NEN 2767-2, *Conditiemeting gebouwde omgeving - Deel 2: Gebrekenlijsten*, 2008

- [21] Rijkswaterstaat, Eenvoudige objectrisicoanalyse - werksomschrijving, 2016
- [22] Rijkswaterstaat, Inspectiekader RWS - Kader voor risicogestuurd inspecteren bij Rijkswaterstaat, 2012
- [23] Rijkswaterstaat, Analyse kader vaste kunstwerken - Analyse kader voor Viaducten, Vaste bruggen, Onderdoorgangen en Duikers, 2012
- [24] Federale overheidsdienst binnenlandse zaken België, Koninklijk besluit houdende de in voetbalstadions na te leven veiligheidsnormen, Artikel 4, 06-07-2013

In deze rapportage wordt naar deze documenten verwezen door bovengenoemd nummer en de opsteller tussen haken te vermelden, bijvoorbeeld [7, NEN-ISO].

## 3 Geïnterpreteerde elementen en aanbevelingen

### 3.1 Systematische inventarisatie

In detail zijn in bijlage 1 de bevindingen van het inventariseren van de beschouwde documenten op een systematische manier gepresenteerd. Per pagina staat het beschouwde document weergegeven. De documentsoort, opsteller, jaar van verschijnen en land worden weergegeven. In de paragrafen daarna staan de elementen waarop de documenten zijn geïnterpreteerd gecategoriseerd weergegeven. Deze elementen zijn deels ingegeven door de vraagstelling vanuit NEN en deels naar voren gekomen tijdens de beschouwing van de diverse documenten. Niet elk element wordt in elk document behandeld, dit betekent dat niet voor elk document alle paragrafen gevuld zijn. Daarnaast zijn referenties weggelaten als het gestelde al benoemd is met een ander document.

### 3.2 Toepassingsgebied

In bijlage 1 is per document aangegeven wat het toepassingsgebied is zoals in het document vermeld. Bijvoorbeeld algemeen alle bouwwerken, of specifiek stadions, kunstwerken etc.

Onderscheid kan worden gemaakt enerzijds naar documenten die als specifieke doel de (periodieke) beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw in de gebruikssituatie hebben. Dit betreft [1, ABT], [3, BCA], [8, KPCV], [14, SGSA], [16, VDI] en [24, FOD-IBZ].

En anderzijds de overige documenten, die als doel hebben om de constructieve gesteldheid van een gebouw vast te stellen, voornamelijk in het kader van gewijzigd gebruik.

### 3.3 Geïnterpreteerde elementen

De navolgende elementen zijn geïnterpreteerd die toepasbaar zijn voor de Nederlandse situatie met betrekking tot de NTA, gebaseerd op de indeling uit het *Uitgangspunten–document NTA Periodieke beoordeling constructieve veiligheid grote publieke gebouwen* van NEN, ten aanzien van systematiek:

- a) Beoordeling van het gebouw in de gebruiksfase
  - Aanleiding
  - Aanpak/filosofie
- b) Risicoanalyse
  - Werkwijze
  - Frequentie

- c) Uitvoeren van periodieke beoordelingen
  - Checklists
  - Kwalificaties
- d) Vastlegging
  - Voorbeeldrapportages

In de navolgende paragrafen wordt hier nader op ingegaan. Uit de systematische inventarisatie van de documenten uit de bijlage zijn de meest relevante samenvattingen per document ten aanzien van het geïnventariseerde element weergegeven. Vervolgens wordt een aanbeveling gedaan betreffende het element, dat toepasbaar is voor de Nederlandse situatie met betrekking tot de NTA.

De aanbevelingen zijn weergegeven in de grijze kaders.

## 3.4 Beoordeling van het gebouw in de gebruiksfase

### 3.4.1 Aanleiding

- [7, NEN-ISO] geeft aan dat een onderzoek kan worden gestart bij de volgende omstandigheden:
  - o een voorziene wijziging in gebruik of verlenging van de levensduur van het ontwerp;
  - o een betrouwbaarheidscontrole (bijv. voor aardbevingen, verhoogde verkeersacties) zoals vereist door autoriteiten, verzekeringsbedrijven, eigenaren, enz.;
  - o structurele achteruitgang door tijdsafhankelijke acties (bijv. corrosie, vermoeiing);
  - o structurele schade door onopzettelijke handelingen (zie ISO 2394).
- [8, KPCV] stelt dat de noodzaak tot het uitvoeren van een constructieve beoordeling wordt bepaald door 7 specifiek benoemde aanleidingen. Hierbij bepaalt de aanleiding de wijze waarop de inspecties moeten worden uitgevoerd:
  1. Ontwerp- en uitvoeringsfouten
  2. Veroudering
  3. Signalen
  4. Bekend risicovolle constructies
  5. Veranderd gebruik
  6. Veranderde omgeving
  7. Wijzigingen in de constructie

De aanleiding voor het toetsen van een individueel gebouw zal nader worden vastgesteld in bureaustudie 2, uitgaande van de vraagstelling door de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

### 3.4.2 Aanpak / filosofie

[15, IStructE] geeft in een aantal passages bruikbare elementen die de aanpak en filosofie van de NTA in de juiste context kan plaatsen. Deze stellingen worden hieronder weergegeven:

- Constructieve beoordeling is een andere activiteit dan constructief ontwerpen. Zij is gericht op de beoordeling van de werkelijke toestand en geschiktheid van een bestaande constructie, in tegenstelling tot het ontwerpen van een constructie die nog niet is gebouwd. Veel van de

onzekerheid van de ontwerpfase is afwezig. Deze grotere zekerheid kan in rekening worden gebracht bij de beoordeling, mits voldoende informatie wordt verzameld. Anderzijds zullen sommige andere onzekerheden, zoals die welke worden veroorzaakt door achteruitgang van de constructie, in rekening moeten worden gebracht.

- De processen voor het ontwerp van een nieuwe constructie en voor de beoordeling van een bestaande constructie zijn zeer verschillend. De filosofische basis voor de beoordeling moet anders zijn dan die van het ontwerpproces, ook al kunnen veel van de berekeningsstappen vergelijkbaar zijn. Het is vaak nodig om van basisprincipes uit te gaan.
- Bij de beoordeling van bestaande constructies, kan het nodig zijn dat "engineering judgement" voorrang moet krijgen op de naleving van de gedetailleerde bepalingen in normen.
- Twee vragen moeten worden gesteld bij de beoordeling van de veiligheid van een constructie:
  - Door welk mechanisme of welke mechanismen kan de constructie tekortschieten?
  - Wat zijn de gevolgen voor de totale constructie van een plaatselijk falen (het vermijden van "onevenredige instorting") en wat zijn de gevolgen voor de veiligheid van de gebruikers van het gebouw en van derden?

Het stellen van deze vragen moet de focus geven voor het niveau van zekerheid die de ingenieur zoekt bij de verschillende onderdelen van de constructie. Dit niveau van zekerheid zal afhangen van hoe waarschijnlijk het is dat het faalmechanisme optreedt en de gevolgen van een dergelijk falen.

Neem bovenstaande teksten over in de introductie van de NTA, om op die manier de juiste werkwijze met de juiste filosofie uit te voeren.



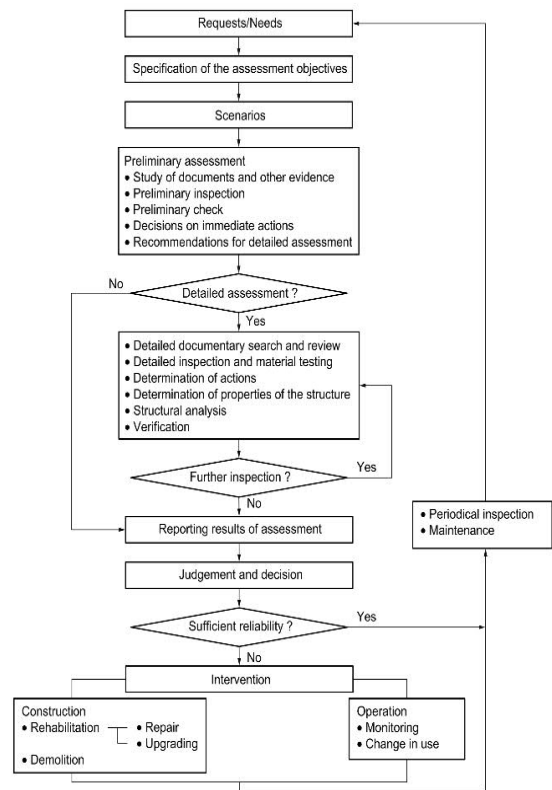
## 3.5 Risicoanalyse

### 3.5.1 Werkwijze

In veel van de beschouwde documenten wordt een meerlaagse, getrapte beoordeling voorgesteld.

- [15, IStructE] verwijst daarvoor naar de beschrijving en flow-chart zoals gegeven in [6, ISO] en [7, NEN-ISO].
- In [2, ASCE] wordt hiervoor een flow-chart gepresenteerd die grote gelijkenissen vertoont met de flow-chart uit [7, NEN-ISO].
- De beschrijving van de werkwijze uit [7, NEN-ISO] luidt:  
Gestart moet worden met het vastleggen, samen met de klant (de eigenaar, overheid, verzekeringsmaatschappij etc.) van de vereiste toekomstige prestatie van het gebouw.
  - o plaatsbezoek wordt geadviseerd voorafgaand aan de procedure.
  - o opstellen van scenario's
  - o voorlopig assessment
  - o gedetailleerd assessment

Flowchart for the general assessment of existing structures



figuur 1, Flowchart for the general assessment of existing structures uit [7, NEN-ISO]

- [1, ABT] legt sterk de nadruk op een risicogestuurde aanpak van de beoordeling, waarbij telkens de vraag wordt gesteld of de risico's acceptabel zijn, of ze voldoende in beeld zijn of dat er vervolgstappen in de vorm van een meer gedetailleerde analyse noodzakelijk zijn.
- [3, BCA] geeft een beoordeling die uiteen valt in 2 fasen. Fase 1 een visuele inspectie en fase 2 een volledig constructief onderzoek. Wanneer uit fase 1 geen aanwijzingen voor constructieve problemen volgen dan is fase 2 niet nodig. Als onderwerp van de visuele inspectie van fase 1 worden specifieke kritische constructie elementen benoemd.

Ga uit van een meerlaagse getrapte beoordeling. Dit sluit aan bij de uitgangspunten van de NTA om een studie risico-gestuurd en proportioneel uit te voeren. Basis is een helder stroomschema, conform het stroomschema uit [7, NEN-ISO]. Stel in de eerste stap de Robuustheidsklasse<sup>1</sup> vast, waarmee een relatie wordt gelegd met de diepgang van het onderzoek en de frequentie van dit onderzoek, zie de volgende paragraaf.

<sup>1</sup> onderwerp voor bureaustudie 3

### 3.5.2 Frequentie

- [1, ABT] geeft aan dat nadat de eerste beoordeling van de constructieve veiligheid conform het protocol als nulmeting gezien kan worden. Op basis van de bevindingen in de risicoanalyse van de nulmeting kunnen er jaarlijkse eenvoudige inspecties nodig zijn door bijvoorbeeld de

technische dienst van de gebouweigenaar en kunnen er meerjaarlijkse inspecties door een deskundige nodig zijn. Er wordt geen eenduidige frequentie voor de meerjaarlijkse inspecties voorgeschreven.

- [3, BCA] geeft aan dat een volledige constructieve beoordeling conform de richtlijn elke 10 jaar nodig is voor gebouwen waarbij minimaal 90% van het vloeroppervlak een woonfunctie heeft. Voor alle overige gebouwen wordt de frequentie van de beoordeling op elke 5 jaar gesteld.
- [8, KPCV] geeft aan dat éénmalig een visuele inspectie circa 1 jaar na oplevering nodig is in verband met mogelijke uitvoeringsfouten en het volledig doorlopen van de seizoenen cyclus, die in die periode aan het licht zouden kunnen zijn gekomen. Vervolgens wordt een inspectie verricht door deskundige gericht op veroudering eens in de 5 a 10 jaar voorgesteld.
- [11, Ovv] verwijst in haar rapport naar de meerjarige onderhoudsplannen van Prorail waarin wordt gesteld dat elke constructie ieder jaar visueel wordt geïnspecteerd. Als er daarbij signalen zijn van problemen met de constructie, worden verdergaande constructieve inspecties gedaan. Ook de leeftijd van een gebouw kan aanleiding zijn voor meer diepgaande inspectie.
- [14, SGSA] geeft aan dat een jaarlijkse inspectie nodig is om "vast te stellen dat de dragende elementen bestand zijn tegen de belastingen waaraan zij kunnen worden blootgesteld en dat zij hun vereiste functie naar behoren vervullen". Voor een uitgebreide constructieve beoordeling wordt aangegeven dat de Standing Committee on Structural Safety een interval adviseert van 6-10 jaar voor de meeste grote constructies van stadions.
- [16, VDI] onderscheidt 3 inspectieniveaus waarvan de frequentie wordt gerelateerd aan de gevolgklasse van het gebouw. Voor gevolgklasse CC3 wordt als frequentie voor inspecties aangegeven:
  - o door eigenaar: eens per 1 à 2 jaar;
  - o door expert: eens per 2 à 3 jaar;
  - o door "special expert": eens per 6 à 9 jaar.
- [16, VDI] baseert de wijze en frequentie van beoordelen op de classificatie van het gebouw op basis van:
  - o Consequence class (conform EN 1990)
  - o Robustness class (RC1 t/m RC4)<sup>1</sup>

De Consequence class wordt in een tabel gespecificeerd. Waarbij naast de omschrijving conform EN 1990 ook gebouwtypologieën en blootgestelde bouwdelen worden benoemd. Daarbij wordt voor CC3 in het bijzonder aangegeven: bijeenkomstplaatsen voor meer dan 5000 personen. Vervolgens worden ook voorbeelden van bouwwerken gegeven. Voor CC3 zijn dat: stadions, congreshallen, multifunctionele arena's.

De Robustness class wordt in een tabel gespecificeerd. De klasse met de laagste robuustheid (RC1) betreft statisch bepaalde constructies, de hoogste robuustheid (RC4) betreft gebouwen ontworpen met een tweede draagweg. Naar analogie van de gevolklassen worden er per robuustheidsklasse voorbeelden van (delen van) gebouwen gegeven.

Constructies waarin nieuwe materialen of nieuwe productie methoden zijn toegepast voor dragende elementen moeten als klasse RC1 worden geclassificeerd.

---

<sup>1</sup> De in [16, VDI] geïntroduceerde Robustness Class (RC) om de robuustheid van een gebouw(deel) mee te classificeren dient niet verward te worden met de Reliability Class (betrouwbaarheidsklasse) conform EN 1990 art. B3.2 met dezelfde afkorting RC.

- [15, IStructE] stelt nog dat in het algemeen de situatie het gevaarlijkst is wanneer het bezwijken van een kleine materiaal massa rechtstreeks kan leiden tot verlies van steun voor een grote materiaal massa. Dit is gevaarlijk omdat de oorzaak van het falen weinig energie vereist, maar er zijn grote hoeveelheden energie opgeslagen in de constructie die het bezwijkmechanisme kan voeden waardoor wijdverspreide schade snel kan ontstaan. In deze omstandigheden zijn visuele inspecties waarschijnlijk niet nuttig en is derhalve een hoge mate van betrouwbaarheid vereist bij elke beoordeling.
- [17, RVB] stelt dat de frequentie afhankelijk dient te zijn van de geprognoseerde degradatiekromme, waarbij niet wordt aangegeven hoe deze bepaald kan worden. Als regel wordt gemiddeld een inspectiecyclus van 3 tot 5 jaar voorgesteld.
- [18, Prorail] onderscheidt 3 verschillende soorten inspecties (functioneringsinspectie, hoofdinspectie en bijzondere inspectie) met verschillende inspectie frequenties. Deze frequenties zijn ook gerelateerd aan het materiaal van het kunstwerk.
  - \* Functioneringsinspectie: stalen bruggen, tankplaten 1 keer per jaar, bewegingswerken 2 keer per jaar, betonnen en stenen kunstwerken 1 keer per 3 jaar, keermuren en grondkeringen 1 keer per 3 jaar.
  - \* Hoofdinspectie: stalen bruggen 1 keer per 6 jaar, betonnen, stenen en overige kunstwerken 1 keer per 8 jaar, beweegbare bruggen geheel 1 keer per 5 jaar.
  - \* Bijzondere inspectie: duikers 2 keer per 30 jaar en 10 jaar voor verstrijken levensduur, V-inspecties de inspectiefrequentie wordt bepaald door de scheurgroeisnelheid na de initiatiefase. Uitgangspunt voor het inspectie-interval is de tijd tussen het kunnen detecteren van een scheur en het uiteindelijk bezwijken van de (deel-)constructie. De inspectiefrequentie dient zo gekozen te worden dat een scheur altijd gezien wordt voor het bezwijken van constructiedeel.
- [24,FOD-IBZ] stelt dat er jaarlijks een visuele controle dient plaats te vinden en er jaarlijks een verslag gemaakt dient te worden ten aanzien van de constructieve veiligheid. Eens in de 3 jaar dient een meer grondige analyse uitgevoerd te worden, inclusief proeven.

Leg een relatie tussen de frequentie van inspecties met een te definiëren Robuustheidsklasse en tijdsinvloeden (mogelijke aantastingen in de tijd). De definitie van Robuustheidsklassen zal in bureaustudie 3 worden vastgelegd.

## 3.6 Uitvoeren van periodieke beoordelingen

### 3.6.1 Checklists

Verschillende documenten bevatten zeer waardevolle tabellen en checklists voornamelijk met betrekking tot achteruitgang van materialen en meetmethoden om deze vast te stellen.

- [1, ABT] geeft in bijlage 2 een voorbeeld van een risico-inventarisatie waarbij een lijst met risico's wordt gegeven. In bijlage 3 wordt een voorbeeld van uit te voeren inspecties en specialistisch onderzoek gegeven. Beide specifiek gemaakt voor stadions.
- [2, ASCE] geeft in hoofdstuk 3 voor de materialen beton, staal, metselwerk en hout welke te verwachten achteruitgang van materiaaleigenschappen kan plaats vinden en hoe deze getest kan worden. Deze worden in tabellen samengevat en gepresenteerd.
- [3,BCA] bevat in bijlage A een door de constructeur te ondertekenen verplichte checklist met onderdelen die beschouwd dienen te worden tijdens de constructieve beoordeling.

- [15, IStructE] geeft in hoofdstuk 5 zeer uitgebreide tabellen met testmogelijkheden per materiaal, voorzien van een selectie criterium: extreem waardevol, gewenst, in sommige gevallen nuttig. Hoofdstuk 6 geeft vervolgens een uitgebreid overzicht van de achteruitgang van bepaalde materialen. In bijlage 3 wordt dit vervolgens praktisch gemaakt door een lijst per materiaal (beton, staal, metselwerk, hout) met daarbij aangegeven de indicatie voor een mogelijk defect, de mogelijke oorzaken van het defect en een voorgesteld onderzoek. Bij het voorgestelde onderzoek wordt voor de toe te passen testmethode verwezen naar bijlage 7 met conventionele testmethoden en/of bijlage 8 met specialistische testmethoden.
- [16, VDI] geeft in bijlage C een te ondertekenen checklist voor inspectie door de eigenaar en in bijlage D een te ondertekenen checklist met minimale vereisten voor inspectie door een expert. De checklists geven per constructietype en constructiemateriaal schade indicaties, mogelijke oorzaken en voorbeelden.
- [18, Prorail] geeft checklists voor de functioneringsinspecties gespecificeerd voor: Stalen kunstwerken, betonnen en gemetselde kunstwerken, beweegbare bruggen, duikers en onderdoorgangen en grondkeringen.

Gebruik checklists om een gestructureerde risicogestuurde werkwijze uit te voeren. De risicosturing geschiedt door de uitkomsten van een checklist te beoordelen. De checklist zelf is niet de risicosturing.

In de bijlagen zijn enkele voorbeelden van checklists opgenomen.

### 3.6.2 Kwalificaties en onafhankelijkheid

- [1, ABT] stelt dat de beoordeling of risico inventarisatie 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.
- [3, BCA] geeft aan dat de beoordeling moet worden uitgevoerd door een "registered professional engineer in the civil or structural engineering discipline".
- [12, PEO] stelt dat in de rapportage ten aanzien van degenen die de beoordeling hebben uitgevoerd bekend moet worden gemaakt welke ervaring ze hebben en ook of er enige belangenverstrengeling zou kunnen zijn. Zoals bijvoorbeeld een relatie van de constructeur die de beoordeling uitvoert met de eigenaar of de oorspronkelijke constructeur.
- [13, RWS] geeft aan dat de constructie wordt geïnspecteerd door de constructeur welke ook de verificatieberekening gaat uitvoeren.
- [16, VDI] maakt een onderscheid naar 3 inspectieniveaus waarbij verschillende eisen aan de ervaring van de beoordelaars worden gesteld.
  - o 1 à 2 jaarlijkse inspecties door de eigenaar.

- Reguliere inspecties door een expert kunnen worden uitgevoerd door constructeurs / architecten met minimaal 5 jaar ervaring in constructieberekeningen, toezicht op de bouwplaats, of met 3 jaar ervaring in inspecties.
  - Het grondige onderzoek door een “special expert” moet worden uitgevoerd door constructeurs met minimaal 10 jaar ervaring.
- [24, FOD-IBZ] geeft aan dat de expertise moet worden uitgevoerd door een neutraal expert die voorafgaand is goedgekeurd door een afzonderlijke overheidsdienst, de zogeheten Voetbalcel.

Kwalificaties van de deskundige(n) dienen te worden vastgelegd wat betreft relevante werkervaring. Daarnaast dient de inspectie en de verificatieberekening / risicoanalyse door één team uitgevoerd te worden, waarbij de eindverantwoordelijke ter plaatse kennis moet hebben genomen van het gebouw. Er is transparantie over eerdere betrokkenheid van een deskundige.

## 3.7 Vastlegging

### 3.7.1 (Voorbeeld)rapportage

In een aantal van de beschouwde documenten wordt aangegeven waaruit de rapportage van een constructieve beoordeling zou moeten bestaan.

- [2, ASCE] geeft in hoofdstuk 5 een voorstel voor de inhoud van een rapportage van een constructieve beoordeling. Er wordt een hoofdstuk en paragraafindeling voorgesteld en per hoofdstuk en paragraaf wordt een beknopte inhoud gegeven.
- [3, BCA] geeft in hoofdstuk 7 een format voor een inspectierapport met waarbij de belangrijkste onderdelen puntsgewijs worden benoemd.
- [7, NEN-ISO] bevat in de informatieve bijlage G een format voor de rapportage. Hierin wordt een inhoudsopgave gegeven, waarna per hoofdstuk een beknopte omschrijving van de inhoud wordt gegeven.
- [12, PEO] geeft in bijlage 2 op een beknopte wijze een voorbeeld van een format voor een rapportage.
- [15, IStructE] stelt dat het rapport is opgesteld als een leidraad ter aanvulling maar niet ter vervanging van het ingenieursoordeel. Het is niet bedoeld om de definitieve aanpak in een situatie te bieden aangezien de ingenieur die de beoordeling uitvoert in alle situaties en omstandigheden degene is die het best kan beslissen hoe de beoordeling moet worden uitgevoerd.
- [12, PEO] wijst erop dat rapportages over de beoordeling van de constructie door veel niet-constructeurs worden gelezen, zoals: gebouweigenaren, verzekeraars, advocaten, makelaars, gebouw officials en het publiek. Door hen kunnen constructieve termen verkeerd worden begrepen. Het is dan ook de taak van ingenieurs die rapporten over de constructieve staat van een gebouw opstellen, hun woorden verstandig te kiezen en hun betekenis zorgvuldig te omschrijven. In de richtlijn worden daarom definities gegeven, ook voor kwalitatieve termen als: "excellent, good, fair and poor".  
In de rapportage dient bekendgemaakt te worden of er enige belangenverstrengeling zou kunnen zijn. Zoals bijvoorbeeld een relatie van de constructeur die de beoordeling uitvoert met de eigenaar of de oorspronkelijke constructeur.

Het opnemen van een voorbeeldrapportage helpt om richting te geven aan het beoordelingsproces. Daarnaast kan hiermee een uniforme wijze van beoordelen worden bereikt. Het format voor de rapportage zoals dat in [7, NEN-ISO] gegeven wordt is daarvoor een goed uitgangspunt omdat deze één op één aansluit bij de werkwijze conform [7, NEN-ISO].

## 4 Instrumenten onafhankelijkheid en deskundigheid

In Nederland is er een kwaliteitsregister voor deskundigen op het gebied van constructie, het Constructeursregister RC/RO/RT (Registerconstructeur, Registerontwerper, Registertoetsers). Constructeursregister is een organisatie die de kwaliteit van constructeurs en constructieve toetsers bewaakt en de deskundigheid bevordert.

*Voor bedrijven die risico gestuurde inspecties uitvoeren van zowel het ontwerp als de uitvoering bestaat het Conformiteitsbeoordelingsschema Technical Inspection Services (CBS TIS).*

*Een Technical Inspection Service is een onafhankelijk en deskundig bureau dat voldoet aan de voorwaarden van het Conformiteitsbeoordelingsschema TIS en is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (RvA).*

Voor kwaliteitsmanagement van bureaus in het algemeen is er de ISO 9001 certificering, de mondiaal erkende norm voor kwaliteitsmanagement.

Voor kwaliteitsborging voor het bouwen, 'Bouwplantoetsers', kan een organisatie zich binnen de BRL 5019 certificeren voor haar eigen discipline. Deze organisatie wordt dan certificaathouder.



## [1] ABT, Protocol Beoordeling constructieve veiligheid Stadions betaald voetbal

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
69	21	protocol	ABT	2020	Nederland

### Samenvatting

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

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Stadions voor betaald voetbal

### Werkwijze

Stapsgewijs:

1. Het verkrijgen van alle relevante technische informatie van het stadion om de belangrijkste gebouwenkenmerken, 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

### Hoofdstukken

1. Algemeen
2. Doel en scope protocol
3. Het onderzoeksproces
4. Inventarisatie
5. Risicosturing
6. Rapportage
7. Vervolg

### Bijlagen/checklists

- Bijlage 1: Bureaustudie  
Bijlage 2: Voorbeeld risico-inventarisatie  
Bijlage 3: Voorbeelden inspecties  
Bijlage 4: Grenstoestanden bij de controle van de constructieve veiligheid van een bestaand stadion



### **Frequentie**

Het protocol gaat uit van een nulmeting.

Afhankelijk van de bevindingen uit de nulmeting kunnen er aspecten zijn waar jaarlijks inspectie als 'conditiemeting' nodig is, die eenvoudig uitgevoerd kan worden.

Afhankelijk van de bevindingen uit de nulmetingen kunnen er aspecten zijn welke meer-jaarlijks door een deskundige geïnspecteerd dienen te worden.

### **Kwalificaties**

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.

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- nadruk op de risicogestuurde aanpak
- Bijlage 4 met de vergelijking van grenstoestanden conform NEN6702 en NEN8700

## [2] Guideline for Structural Assessment of Existing Buildings

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
162	139	richtlijn	ASCE	2000	Amerika

### Samenvatting

De richtlijn geeft een methodologie voor de beoordeling van de constructieve conditie van bestaande gebouwen. Bestaande uit een beoordelingsprocedure inclusief onderzoek- en testmethoden en een format voor een rapportage.

Omdat een groot deel van de beoordeling bestaat uit "engineering judgement" is er ook een hoofdstuk gewijd aan evaluatie.

### Achtergronden

Voor de aanpassing, het herstel en de verbetering van bestaande gebouwen is een nauwkeurige beoordeling nodig van de huidige capaciteit van het gebouw voor gebruik door eigenaars, ontwerpers, bouwfunctionarissen en aannemers.

### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken

### Werkwijze

In verband met de kosten van een uitgebreide constructieve beoordeling van een bestaand gebouw wordt een meerlaagse aanpak geadviseerd. Bestaande uit een Preliminary beoordeling en indien nodig een gedetailleerde beoordeling. Flowchart van het proces wordt gegeven, deze heeft grote gelijkenissen met die uit de ISO normen. Stappen:

- voorlopige assessment
- gedetailleerde beoordeling
- beoordeling constructieve materialen

### Hoofdstukken

1. Algemeen
2. Beoordelings procedure
3. Beoordeling van materialen  
Per materiaal (beton, staal, hout, metselwerk) een uitgebreide opsomming van welke eigenschap op welke manier te meten is.
4. Evaluatie van materialen en systemen
5. Rapportage

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

-

### Kwalificaties

-

## **Observaties**

-

## **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- flow chart procedure beoordeling (vergelijkbaar met ISO)

### [3] Periodic Structural Inspection of Existing Buildings - Guidelines for Structural Engineers

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
14	7	richtlijn	Building and construction authority	2012	Singapore

#### Samenvatting

Betreft een praktische, maar niet heel specifiek gemaakte, richtlijn voor het uitvoeren van een periodieke inspectie van bestaande gebouwen. Er wordt aangegeven welke kwalificatie de inspecteur moet hebben waarbij expliciet wordt aangegeven dat "een rondje lopen" door een niet gekwalificeerd persoon geen invulling geeft aan hetgeen bedoeld in de Building Act.

Er wordt een werkwijze gegeven voor de visuele inspectie waarbij wordt ingegaan op: de scope, de beperkingen en bereik van een visuele inspectie.

Er wordt een format gegeven voor de rapportage van de visuele inspectie waarbij expliciet wordt aangegeven dat: "A stereotype report written in a manner, which can be used for any building with minor changes to its title block, is defeating the purpose of the Act". Rapport moet verplicht, met verwijzing naar de Building Act, ondertekend worden.

Er wordt een, veel beknoptere, werkwijze gegeven voor het volledige constructieve onderzoek waarbij alleen wordt ingegaan op de scope.

#### Achtergronden

Wettelijk verplicht vanuit de "Building Control Act" uit 1989.

#### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken behalve tijdelijke bouwwerken

#### Werkwijze

Bestaat getrapd uit 2 delen:

Stage 1: visuele inspectie, daarbij worden ook specifieke kritieke elementen benoemd, zoals:

- overgangsbalken
- slanke kolommen
- uitkragingen
- grote overspanningen
- kabelconstructies
- verbindingen
- opleggingen
- kolommen met kleine of slanke afmetingen in B20 kwaliteit, omdat deze gevoelig zijn voor gebrekking onderhoud, natuurlijke achteruitgang, onnauwkeurige plaatsing van de wapening, steunpuntszakking of aanrijdbelasting

Stage 2: volledig constructief onderzoek

Als stage 1 geen aanwijzingen voor constructieve problemen oplevert is stage 2 niet nodig.

#### Hoofdstukken

-

**Bijlagen/checklists**

Bijlage A: Checklist for periodic structural inspection of existing building

Bijlage B: Supplementary checklist for critical columns in residential building(s) built before jan 1989

**Frequentie**

Elke 10 jaar bij gebouwen waar minimaal 90% van het vloeroppervlak woonfunctie is. Elke 5 jaar voor alle andere gebouwen

**Kwalificaties**

Inspectie door: "structural engineer who must be a registered professional engineer in the civil or structural engineering discipline".

**Observaties**

-

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- getrapte inspectie
- specifiek benoemde elementen
- onderscheid voor frequentie

#### **[4] CUR aanbeveling 121, Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur van bestaande gewapende betonconstructies**

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
31	22	onderzoeksrapport	CUR	2018	Nederland

#### **Samenvatting**

In de aanbeveling wordt een aanpak gegeven om te komen tot de bepaling van de verwachte restlevensduur. Er wordt een uniforme en breed gedragen procedure beschreven om het tijdstip waarop bij civiele constructies de initiatiefase eindigt en de propagatiefase (=start van constructieve achteruitgang) begint.

#### **Achtergronden**

Voor een eigenaar/beheerder van een kunstwerk kan op enig moment de noodzaak of behoefte ontstaan om de restlevensduur van een betonconstructie te bepalen. Daarvoor zijn verschillende aanleidingen (zichtbare schade, verhoogd risicoprofiel etc).

#### **Toepassingsgebied**

Minimaal 10 jaar oude kunstwerken van gewapend of voorgespannen beton.

#### **Werkwijze**

Hoofdstuk 5 geeft de werkwijze, in bijlage D is deze in een stroomschema gevat:

- Aanleiding
  - Bepaling kritieke onderdelen
  - Visuele inspectie
  - Vaststellen van de toestand van de kritieke onderdelen
  - Bepalen van de resterende duur initiatiefase
  - Expert judgement
  - Draagkrachtbeschouwing
  - Interpretatie van onderzoeksresultaten advies
  - Rapportage (incl. voorstel inhoudsopgave)
- NB alleen corroderen van de wapening wordt beschouwd

#### **Hoofdstukken**

-

#### **Bijlagen/checklists**

-

#### **Frequentie**

-

#### **Kwalificaties**

-

## **Observaties**

-

## **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- voorstel inhoudsopgave voor rapportage

## **[5] CUR aanbeveling 124, Constructieve veiligheid bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden**

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
69	65	richtlijn	CROW-CUR	2019	Nederland

### **Samenvatting**

In de aanbeveling wordt voor decentrale overheden op een rij gezet hoe de constructieve veiligheid van bestaande bruggen kan worden aangetoond met gebruikmaking van NEN8700. Er wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de mogelijkheden die er zijn om de rekenkundige veiligheid positief te beïnvloeden. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan de prioritering van bestaande bruggen binnen een areaal aan bruggen. Er wordt uitgebreid ingegaan op het wettelijke kader en de toepassing van NEN 8700.

### **Achtergronden**

-

### **Toepassingsgebied**

Bruggen en viaducten.

### **Werkwijze**

Bij de risicogestuurde prioritering wordt een risicoscore per object bepaald. De risicoscore is het product van de kans (technische aspecten) en het gevolg (omgevingsaspecten).

Bij de verificatieberekening constructieve veiligheid wordt stapsgewijs een verfijning in berekeningswijze aangebracht, waarbij ook aandacht is voor het verzamelen van additionele informatie.

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

-

### **Frequentie**

-

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- risicogestuurde prioritering, maar dan niet toegepast op een areaal van objecten maar op constructieve onderdelen van 1 object.



## [6] ISO 2394, General Principles on Reliability for Structures

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
106	51	conceptnorm	ISO	2013	Internationaal

### Samenvatting

Betreft de betrouwbaarheid van constructies op een zeer fundamenteel niveau. In het kader van dit literatuuronderzoek is alleen de informatieve bijlage B: "Lifetime management of structural integrity" van belang.

De integriteit van een constructie kan in de loop der tijd worden aangetast door degradatie en schade als gevolg van diverse belastingen, milieu-invloeden, gewijzigd gebruik of gewijzigde belastingen, of het kan nodig zijn de levensduur te verlengen langer dan de geplande levensduur. Bovendien kunnen er ontwerp- en constructiefouten zijn gemaakt. Onder dergelijke omstandigheden zijn inspecties en onderhoud essentieel voor het opsporen van onverwachte gebreken, schade en degradatie. Zij moeten worden gevolgd door een passende evaluatie en eventuele reparatie of verbetering, zodat de integriteit van de constructie behouden blijft.

De bijlage beschrijft een generiek SIM (structural integrity management)-proces volgens een op risico's en betrouwbaarheid gebaseerde aanpak. De belangrijkste fasen van het proces, zoals gegevensverzameling, evaluatie, ontwikkeling van inspectiestrategie worden behandeld. Speciale aandacht wordt besteed aan het actualiseren van de constructieve betrouwbaarheidsbeoordeling op basis van nieuw verzamelde gegevens.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken.

### Werkwijze

Onder data evaluatie wordt aangegeven waarom een assessment van een constructie zou moeten plaatsvinden

Onder structural assessment wordt gewezen op de onzekerheden die horen bij inspecties

Een stroomschema wordt gegeven voor een generiek assessment proces. Daarbij wordt verwezen naar ISO 13822 Grondslagen voor het ontwerpen van constructies - beoordeling van bestaande constructies.

Onder inspectie strategie wordt aangegeven dat wanneer het mogelijk is de mogelijke oorzaken van schade of potentiële defecten vast te stellen, het ook mogelijk is om geschikte inspectiestrategieën te ontwerpen, d.w.z. waar moet worden geïnspecteerd, met welke methode en hoe vaak. Het is echter ook van essentieel belang om periodieke inspecties te plannen om mogelijke onvoorziene of gewoon onbekende verschijnselen op te sporen die de structurele integriteit kunnen aantasten. Dit is vooral belangrijk aan het begin van de levensduur van de constructie wanneer fouten bij ontwerp en constructie aan het licht kunnen komen. In dit verband is een basisinspectie om de aanvankelijke toestand van de constructie na de voltooiing van de bouw noodzakelijk.

## **Hoofdstukken**

-

## **Bijlagen/checklists**

-

## **Frequentie**

-

## **Kwalificaties**

-

## **Observaties**

Gesteld wordt dat: Een conservatief ontwerp leidt gewoonlijk niet tot een aanzienlijke stijging van de structurele kosten, terwijl een conservatieve beoordeling kan leiden tot onnodige en kostbare reparaties of vervanging. Om de modelonzekerheid te verminderen, kunnen meer verfijnde constructiemodellen (b.v. eindige-elementenmodellen) in vergelijking met die in ontwerpcodes worden gebruikt voor de beoordeling van bestaande constructies.

## **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- de theoretisch onderbouwing voor constructieve beoordelingen en inspectie strategieën, inclusief schema's

## [7] NEN-ISO 13822, Grondslagen voor het ontwerpen van constructies - beoordelen van bestaande constructies

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
54	12	norm	ISO	2010	Internationaal

### Samenvatting

Betreft de beoordeling van bestaande constructies op fundamenteel niveau, echter wordt ook ingegaan op meer praktische zaken zoals opzet van een assessment en de opzet van een rapportage. ISO 13822 verwijst naar ISO 2394 en is daarmee een meer specifieke invulling voor bestaande constructies.

### Achtergronden

Tekst

### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken.

### Werkwijze

Gestart moet worden met het vastleggen, samen met de klant (de eigenaar, overheid, verzekeringsmaatschappij etc.) van de vereiste toekomstige prestatie van het gebouw.

Procedure met verwijzing naar de flowchart in bijlage B:

- plaatsbezoek word geadviseerd voorafgaand aan de procedure.
- opstellen van scenarios
- preliminary assessment
- detailed assessment

Er wordt een getrapte procedure voorgesteld.

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

- Bijlage A: Hierarchie van termen zoals assessment, intervention, investigation  
Bijlage B: Flowchart voor een general assessment van een bestaande constructie  
Bijlage G: Format voor rapportage  
Bijlage I: Erfgoed constructies

### Frequentie

-

### Kwalificaties

-

## **Observaties**

-

## **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- Bijlage B: Flowchart for the general assessment of existing structures
- Bijlage G: Format voor rapportage

## [8] (Periodieke) inspecties van gebouwen

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
2	2	notitie	KPCV	2021	Nederland

### Samenvatting

De notitie stelt dat inspecties naar de constructie van een gebouw altijd dienen te gebeuren op grond van een aanleiding. De aanleiding bepaalt vervolgens de wijze waarop de inspecties worden uitgevoerd.

### Achtergronden

Aansprakelijkheid eigenaar voor de technische kwaliteit van zijn bouwwerk op grond van het BW.

### Toepassingsgebied

Alle gebouwen.

### Werkwijze

Gerelateerd aan de aanleiding, in de notitie worden 7 aanleidingen benoemd:

1. Ontwerp- en uitvoeringsfouten
2. Veroudering
3. Signalen
4. Bekend risicovolle constructies
5. Veranderd gebruik
6. Veranderde omgeving
7. Wijzigingen in de constructie

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

1. Ontwerp en uitvoeringsfouten: éénmalige visuele inspectie circa 1 jaar na oplevering
2. Veroudering: eens in de 5 a 10 jaar

### Kwalificaties

-

### Observaties

-

### Elementen die toepasbaar zijn voor NTA

- uitgangspunt van de aanleiding, lastig is nr. 3 "signalen" hoe worden deze signalen opgevangen anders dan door een inspectie? (melding door publiek?)
- inspectie 1 jaar na oplevering ivm bouwfouten en cyclus seizoenen

## [9] Guide for Conducting Risk Assessments

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
85	39	rapport	NIST	2012	Amerika

### **Samenvatting**

Rapport met theorie over Risk Assessments op een hoog abstractieniveau. Toegespitst op (cyber) risico's die organisaties lopen.

### **Achtergronden**

-

### **Toepassingsgebied**

Organisaties.

### **Werkwijze**

-

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

-

### **Frequentie**

-

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

-

## [10] Condition assessment as a tool for safe construction

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
90	nvt	presentatie	New York City Department of Buildings	2019	Amerika

### Samenvatting

In de presentatie wordt een overzicht gegeven van methoden voor een beoordeling van de constructieve conditie van bestaande gebouwen. Het gaat daarbij met name om de invloed die de conditie van bestaande buurpanden hebben op het ontwerp, sloop- en funderingswerkzaamheden van en nieuw te realiseren pand in een zeer dichtbebouwde omgeving. Er wordt verwezen naar ASCE 11 "Guideline for Structural Condition Assessment of existing Buildings.

### Achtergronden

NYC Building code met vereisten aan het beschermen van aangrenzende gebouwen.

### Toepassingsgebied

Alle gebouwen

### Werkwijze

-

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

-

### Kwalificaties

-

### Observaties

-

### Elementen die toepasbaar zijn voor NTA

-

## [11] Verborgen gebreken? - Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
126	nvt	onderzoeksrapport	Onderzoeksraad voor veiligheid	2020	Nederland

### Samenvatting

Onderzoeksrapport naar aanleiding van de instorting van het AZ-stadion. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op andere voorvallen, zowel in Nederland en het buitenland die tot instorting hebben geleid. Hoofdstuk 6 gaat specifiek in op constructieve veiligheid in de gebruiksfase, wie daar voor verantwoordelijk is en welke methoden in Nederland en in het buitenland bekend zijn om de constructieve veiligheid gedurende de gebruiksfase in het oog te houden.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

-

### Werkwijze

BOEI (RVB):

In BOEI (RVB systematiek) staat dat alleen het zichtbare deel van de constructie moet worden geïnspecteerd omdat er weinig of geen visuele classificaties en grenswaarden zijn om de ernst van constructieve schade te bepalen.

ProRail:

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

### Hoofdstukken

Hoofdstuk 5:

Er wordt op basis van onderzoek geconcludeerd dat de directe oorzaak voor constructieve schade in 60% tot 80% van de gevallen gelegen is in het ontwerp/uitvoering en in maar een klein aandeel van 10% a 15% de oorzaak gelegen is in het gebruik/onderhoud. Vervolgens wordt geconcludeerd dat van ca 50% van de problemen aan het licht komt voordat een instorting plaats vindt en in 50% van de gevallen daadwerkelijk instorten plaats vindt (voor de hoofddraagconstructie + vloeren ligt dit cijfer anders).

In 2006 is er een vergelijkbaar voorval in Duitsland geweest (Schaatsbaan Bad Reichenhall) dit is aanleiding geweest voor de Duitse VDI richtlijn. Voor zowel AZ als het Duitse geval geldt dat de gebreken gezien hadden kunnen worden als in de gebruiksfase een grondige inspectie had plaatsgevonden.



Hoofdstuk 6:

NEN 8700 kan gezien worden als de invulling van de zorgplicht van de gebouweigenaar. Bij wijzigingen in gebruik of bij verbouw is de aanleiding helder. Daarbuiten hangt het van kennis en welwillendheid van de eigenaar af.

In meerjarige onderhoudsplannen komt constructieve veiligheid niet echt voor.

**Bijlagen/checklists**

tekst

**Frequentie**

-

**Kwalificaties**

-

**Observaties**

-

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

-

## [12] Structural Condition Assessments of existing Buildings and Designated Structures Guideline

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
24	15		Professional Engineers Ontario	2016	Canada

### Samenvatting

Betreft een compacte richtlijn voor professionals die een constructieve beoordeling van bestaande gebouwen moeten uitvoeren zoals deze is gedefinieerd in de Building Code Act.

Beoordelingen van de constructieve conditie van een gebouw moeten methodisch en wetenschappelijk zijn met helder gedefinieerde doelstellingen. Uitgevoerd met voldoende nauwkeurigheid om betrouwbare resultaten te verkrijgen.

De doelstellingen moeten afgestemd zijn op de aanleiding voor de beoordeling. De doelstellingen, het beoordelingsprogramma en de conclusies moeten duidelijk verwoord worden.

### Achtergronden

Building Code act, 1992.

### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken.

### Werkwijze

- Preliminary assessment

Vaak is er reden tot zorg voor een constructie bij het begin van een onderzoek. Wanneer vervolgens geen indicaties voor constructieve zorgen worden gevonden is een preliminary assessment voldoende.

- Detailed assessment

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

-

### Kwalificaties

Er wordt aangegeven welke ervaring de engineers die de beoordeling uitvoeren moeten hebben.

Waarbij gesteld wordt dat het op basis van de Building Act: Het uitvoeren van werk door professionals die daarvoor niet gekwalificeerd zijn, door opleiding en ervaring, wordt gezien als professioneel wangedrag.

### **Observaties**

Rapportages over de beoordeling van de constructie worden door veel niet-constructeurs gelezen, zoals: gebouweigenaren, verzekeraars, advocaten, makelaars, gebouw officials en het publiek. Door hen kunnen constructieve termen verkeerd worden begrepen. Het is dan ook de taak van ingenieurs die rapporten over de constructieve staat van een gebouw opstellen, hun woorden verstandig te kiezen en hun betekenis zorgvuldig te omschrijven. In de richtlijn worden daarom definities gegeven, ook voor kwalitatieve termen als: "excellent, good, fair and poor". In de rapportage dient bekendgemaakt te worden of er enige belangenverstremming zou kunnen zijn. Zoals bijvoorbeeld een relatie van de constructeur die de beoordeling uitvoert met de eigenaar of de oorspronkelijke constructeur.

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- kwalificaties, zie het kwalitatief, voor de professionals die de beoordeling uitvoeren
- de definities van begrippen en het belang ervan
- vermelding mogelijke belangenverstremming

### [13] Richtlijn Beoordeling kunstwerken

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
117	89	richtlijn	Rijkswaterstaat	2013	Nederland

#### Samenvatting

Betreft de beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand kunstwerk bij verbouw, gebruik en afkeur. Gaat voor het grootste deel in op de herberekening van een bestaand kunstwerk, de toepassing van de NEN8700 serie en specifieke eisen uit de huidige normen en richtlijnen. In paragraaf 1.11 wordt ingegaan op de onderdelen van de beoordeling waarin alle benodigde stappen aan bod komen (archiefonderzoek, inspectie etc).

#### Achtergronden

-

#### Toepassingsgebied

Kunstwerken.

#### Werkwijze

In paragraaf 1.11 wordt een overzicht gegeven van de benodigde onderdelen voor een constructieve beoordeling. Het betreft:

- A. Nota van uitgangspunten en randvoorwaarden.
- B. Archiefonderzoek.
  1. Met betrekking tot het archiefonderzoek wordt o.a. gesteld: De constructeur bepaalt met een risicoanalyse de voor de betreffende constructie risicovolle onderdelen en schademechanismen. Dit betreft een voorspelling op basis van constructietype en ervaring.
- C. Constructieve inspectie.
  2. Met betrekking tot de constructieve inspectie wordt o.a. gesteld:
    - De constructie wordt geïnspecteerd door de constructeur welke ook de verificatieberekening gaat uitvoeren.
    - De inspectie wordt mede gebaseerd op de tijdens het archiefonderzoek gemaakte risicoanalyse.
- D. Onderzoek aan de constructie.
- E. Verificatieberekening.
- F. Beoordeling.
- G. Beheersmaatregelen.

De verschillende onderdelen zijn weergegeven in een chronologische volgorde. Om een bestaand kunstwerk te kunnen beoordelen met een verificatieberekening dient voorafgaand het archiefonderzoek en de constructieve inspectie te worden uitgevoerd. De verificatieberekening kan aanleiding zijn voor (vervolg)onderzoek.

#### Hoofdstukken

-

#### Bijlagen/checklists

-

**Frequentie**

-

**Kwalificaties**

-

**Observaties**

Met betrekking tot de constructieve inspectie wordt o.a. gesteld: De constructie wordt geïnspecteerd door de constructeur welke ook de verificatieberekening gaat uitvoeren.

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- Risicoanalyse als onderdeel van het archiefonderzoek
- Observatie dat de constructeur die de herberekening maakt dezelfde moet zijn als degene die de inspectie heeft gedaan.

## [14] Guide to Safety at Sports Grounds (Green Guide)

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
315	315		Sports Grounds Safety Authority	2018	Engeland

### Samenvatting

Betreft de algehele veiligheid van personen in sportstadions. Van het berekenen van de sta- en zitcapaciteit, aanwijzen van safety officier, stewards, circulatie van mensen tot en met installaties, communicatie en medische voorzieningen.

Hoofdstuk 5: "Management - structures, installations and components" heeft deels betrekking op de constructieve veiligheid. Het gaat dan met name om paragraaf 5.12 "Inspections - annual" en 5.13 "Additional detailed structural appraisals". Daarin wordt aangegeven dat niet kan worden voorgeschreven in hoeverre een gedetailleerde constructieve beoordeling benodigd is. Het hangt af van: soort constructie, de grootte, de conditie, de locatie, de gebruikte materialen en de staat van onderhoud. Risk assessments moeten onderdeel uitmaken van een gedetailleerde constructieve beoordeling. Waarbij constructies gecategoriseerd moeten worden naar complexiteit en risico.

Criteria voor de constructieve beoordeling moeten rekening houden met:

- belastingfactoren in het oorspronkelijke ontwerp
- aanwezige graad van redundantie
- het risico van een disproportionele instorting
- de consequenties van bezwijken
- de eisen van de certificerende autoriteit, wanneer van toepassing

Voor de beoordelingsmethoden wordt verwezen naar het document: "Appraisal of existing structures" van de Institution of Structural Engineers.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Stadions.

### Werkwijze

-

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

**Frequentie**

Jaarlijkse inspectie om "vast te stellen dat de dragende elementen bestand zijn tegen de belastingen waaraan zij kunnen worden blootgesteld en dat zij hun vereiste functie naar behoren vervullen"

Bij detailed structural appraisal wordt aangegeven dat de Standing Committee on Structural Safety (= CROSS?) een interval adviseert van 6-10 jaar voor de meeste grote constructies van stadions.

**Kwalificaties**

-

**Observaties**

-

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

-

## [15] Appraisal of Existing Structures

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
197	94	rapport	The institution of structural engineers	2010	Engeland

### Samenvatting

Betreft een zeer uitgebreide, alles omvattende, rapportage waarin alle aspecten van de beoordeling van een bestaande constructie worden besproken. Met name in hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de structuur van een assessment, waarbij onderscheid gemaakt wordt in 3 fasen. Maar het rapport gaat ook uitgebreid in op welke bouwwijzen er in welke perioden in Engeland zijn geweest, welke materialen er zijn gebruikt en hoe daar in de diverse normen rekentechnisch mee om werd gegaan (vgl. NEN8702/8703). Daarnaast wordt er uitgebreid ingegaan op achteruitgang van diverse bouwmaterialen en testmethoden om deze te meten. In de introductie en ook in de inleiding bij de diverse hoofdstukken wordt telkens ingegaan op het feit dat het beoordelen van een bestaande constructie een fundamenteel andere bezigheid is, waarbij vaak meer uit moet worden gegaan van eerste beginselen en "engineering judgement", dan het ontwerpen van een constructie.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Alle bouwwerken van middeleeuws huis tot modern voetbalstadion.

### Werkwijze

In hoofdstuk 4 wordt verwezen naar ISO 13822 voor de flowchart met betrekking tot assessment van bestaande constructies. Vervolgens wordt het assessment in 3 fasen onderverdeeld:

1. Voorbereidende, brede assessment
2. Gedetailleerd assessment
3. Grondige analyse

Per fase wordt het iteratieve proces middels een flowchart weergegeven.

### Hoofdstukken

1. Introductie
2. Juridische implicatie en rapportage
3. Voorbereiding en invloedsfactoren
4. Het beoordelingsproces
5. Testen en monitoren
6. Gebruik en eigenschappen van materialen
7. Gezondheid en veiligheid overwegingen

### Bijlagen/checklists

1. Bronnen in Verenigd Koninkrijk over ontwerp, bouwen en historie
2. Acceptabele risiconiveaus voor bestaande constructies
3. Typen van gebreken
4. Schade ten gevolgen van extreme situaties



5. Prestatie van bestaande constructies voor brand
6. Prestatie van bestaande constructies na brand
7. Conventionele test methoden
8. Specialistische test methoden
9. Methoden voor het monitoren van constructies
10. Veiligheidsfactoren
11. Restlevensduur

### **Frequentie**

-

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

Er wordt gesteld dat het rapport is opgesteld als een leidraad ter aanvulling maar niet ter vervanging van het ingenieursoordeel. Het is niet bedoeld om de definitieve aanpak in een situatie te bieden aangezien de ingenieur die de beoordeling uitvoert in alle situaties en omstandigheden degene is die het best kan beslissen hoe de beoordeling moet worden uitgevoerd.

Constructieve beoordeling is een andere activiteit dan constructief ontwerpen. Zij is gericht op de beoordeling van de werkelijke toestand en geschiktheid van een bestaande constructie, in tegenstelling tot het ontwerpen van een constructie die nog niet is gebouwd. Veel van de onzekerheid van de ontwerpfase is afwezig. Deze grotere zekerheid kan in rekening worden gebracht bij de beoordeling, mits voldoende informatie wordt verzameld. Anderzijds zullen sommige andere onzekerheden, zoals die welke worden veroorzaakt door achteruitgang van de constructie, in rekening moeten worden gebracht.

Bij de beoordeling van bestaande constructies, kan het nodig zijn dat "engineering judgement" voorrang moet krijgen op de naleving van de gedetailleerde bepalingen in normen.

Het proces voor het ontwerp van een nieuwe constructie en voor de beoordeling van een bestaande constructie zijn zeer verschillend. De filosofische basis voor de beoordeling moet anders zijn dan die van het ontwerpproces, ook al kunnen veel van de berekeningsstappen vergelijkbaar zijn. Het is vaak nodig om van basisprincipes uit te gaan.

Twee vragen moeten worden gesteld bij de beoordeling van de veiligheid van een constructie:

- Door welk mechanisme of welke mechanismen kan de constructie tekortschieten?
- Wat zijn de gevolgen voor de totale constructie van een plaatselijk falen (het vermijden van "onevenredige instorting") en wat zijn de gevolgen voor de veiligheid van de gebruikers van het gebouw en van derden?

Het stellen van deze vragen moet de focus geven op het niveau van zekerheid dat de ingenieur zoekt van de verschillende onderdelen van de constructie, die zal afhangen van hoe waarschijnlijk het is dat het faalmechanisme optreedt en de gevolgen van een dergelijk falen.

In het algemeen is de situatie het gevaarlijkst wanneer het bezwijken van een kleine materiaal massa rechtstreeks kan leiden tot verlies van steun voor een grote materiaal massa. Dit is gevaarlijk omdat de oorzaak van het falen weinig energie vereist, maar er zijn grote hoeveelheden energie opgeslagen in de constructie die het bezwijkmechanisme kan voeden waardoor wijdverspreide schade snel kan ontstaan. In deze omstandigheden zijn visuele inspecties waarschijnlijk niet nuttig en is derhalve een hoge mate van betrouwbaarheid vereist bij elke beoordeling.

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- De meer beschouwende teksten uit de inleidingen die goed aangegeven waar het precies om gaat bij het maken van een constructieve beoordeling van een gebouw.
- De tekst (zie observaties) over bezwijkmechanismen waar weinig energie voor nodig is en veel energie bij vrijkomt.
- De flowcharts uit hoofdstuk 4.
- Hoofdstuk 5 geeft zeer uitgebreide tabellen met testmogelijkheden per materiaal, voorzien van een selectie criterium: extreem waardevol, gewenst, in sommige gevallen nuttig.
- Hoofdstuk 6 geeft een zeer uitgebreid overzicht van achteruitgang van bepaalde materialen.
- Bijlage 3 met daarin uitgebreide lijsten met de typen van gebreken die bij verschillende materialen te verwachten zijn.

## [16] Standsicherheit von Bauwerken Regelmäßige Überprüfung

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
39	21	richtlijn	VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)	2010	Duitsland

### Samenvatting

De richtlijn geeft technische toelichtingen en hulpmiddelen voor de beoordeling van de constructieve veiligheid van gebouwen. Als basis voor het periodiek onderzoek van het gebouw en de daarmee samenhangende beoordeling van de veiligheid, worden de gebouwen ingedeeld in gebouwtypen door ze te categoriseren in schade gevolgklassen en een robuustheidsklasse. Er worden specificaties geformuleerd voor de documentatie van bestaande gebouwen en er worden eisen gesteld aan de inspecteurs. Rekening houdend met belangrijke, hoofdzakelijk constructie gerelateerde kenmerken van gebouwen, eigenschappen van bouwmaterialen en handelingen, worden inspectiemethoden en -processen belicht en worden ook reeksen voor inspectie-intervallen vastgesteld. Tevens worden aanbevelingen gedaan waarmee rekening moet worden gehouden tijdens het ontwerp en de uitvoering om een efficiënte en economisch haalbare, regelmatige inspectie van de constructieve veiligheid uit te kunnen voeren.

### Achtergronden

Naar aanleiding van veel instortingen in Europa is in 2006 vanuit het bouwministerie een instructie aan gebouweigenaren gegeven voor het onderzoeken van de constructieve veiligheid van hun gebouw (ARGEBAU). Deze richtlijn verdiept en breid deze instructie uit op het gebied van de draagconstructie.

### Toepassingsgebied

alle gebouwen, geen kunstwerken.

### Werkwijze

Start met een classificatie van het gebouw op basis van:

- Consequence class (conform EN 1990) waarbij naast de omschrijving conform EN 1990 ook gebouwtypologieën en blootgestelde bouwdelen worden benoemd. Daarbij wordt voor CC3 in het bijzonder aangegeven: bijeenkomst plaatsen voor meer dan 5000 personen. Vervolgens worden ook voorbeelden van bouwwerken gegeven. Voor CC3 zijn dat: stadions, congreshallen, multifunctionele arena's.

Tabelle 1. Schadensfolgeklassen (Consequences Classes) für Bauwerke mit Beispielen (nicht vollständig)

Schadensfolgeklasse	Merkmale	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Beispielhafte Bauwerke
CC 3 Kategorie 1 gemäß [1]	hohe Folgen (Schäden an Leben und Gesundheit für sehr viele Men- schen, große Um- weltschäden)	insbesondere: Versammlungsstätten für mehr als 5000 Personen	Stadion, Kongresshallen, Mehrzweckarenen

- Robustness class, deze worden in een tabel gespecificeerd. Klasse met laagste robuustheid (RC1) voor statisch bepaalde constructies tot de hoogste robuustheid (RC4) voor gebouwen ontworpen met een tweede draagweg.

Constructies waarin nieuwe materialen of nieuwe productie methoden zijn toegepast voor dragende elementen moeten als klasse RC1 worden geclassificeerd.

Er worden 3 inspectieniveaus aangegeven:

- inspectie door de eigenaar
- inspectie door een expert
- grondig onderzoek door een "special expert"

Per inspectieniveau wordt kort aangegeven hoe deze kan worden uitgevoerd. In de bijlagen zijn checklists gegeven.

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

Bijlage A: Suggestie voor inhoudsopgave Structural Safety Building Documentation

Bijlage B: Suggestie voor inhoudsopgave Structural Safety Building Logbook

Bijlage C: Checklist en documentatie van inspectie door de eigenaar + te tekenen document.  
NB goede en uitputtende (?) lijst per materiaal

Bijlage D: Checklist en documentatie van inspectie (minimale vereisten) door een expert + te tekenen document. NB goed en uitputtende (?) lijst per materiaal

## **Frequentie**

Gerelateerd aan gevolgklasse CC3 wordt als frequentie aangegeven:

- inspectie door eigenaar: 1 a 2 jaar
- inspectie door expert: 2 a 3 jaar
- inspectie door "special expert": 6 a 9 jaar

## **Kwalificaties**

Inspecties kunnen worden uitgevoerd door constructeurs/architecten met minimaal 5 jaar ervaring in constructieberekeningen, toezicht op de bouwplaats, of met 3 jaar ervaring in inspecties. Het grondige onderzoek mag worden uitgevoerd door constructeurs met minimaal 10 jaar ervaring.

## **Observaties**

In hoofdstuk 13: "Aanwijzingen voor ontwerp en uitvoering" wordt aangegeven dat al tijdens het ontwerp nagedacht moet worden over inspecteerbaarheid en onderhoud van het gebouw. Er worden 3 grondbeginselen genoemd:

Het eerste principe moet zijn dat onderdelen van de draagconstructie die zwaar belast worden zodanig ontworpen en uitgevoerd worden dat ze bereikbaar zijn voor inspectie.

Het tweede principe moet zijn dat de draagconstructie goed en permanent beschermd moet zijn tegen vocht en zijn schadelijke gevolgen zoals corrosie, hout rot etc.

Het derde principe betreft de verantwoordelijkheid van de gebouweigenaar om op te dragen dat er tijdens de bouw een goed bouwdoos met betrekking tot constructieve veiligheid wordt opgesteld.

## **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- classificatie op basis van CC en RC
- soorten inspectie: eigenaar, expert, grondig onderzoek
- frequentie inspectie
- tabellen over achteruitgang materialen
- checklists

## [17] Handboek RVBBOEI-inspecties, deel 1 Algemeen

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
160	117	handboek	Rijksvastgoedbedrijf	2018	Nederland

### **Samenvatting**

Het RVB heeft een methode ontwikkeld die borg moet staan voor het verzamelen van aantoonbaar objectieve en betrouwbare inspectiegegevens. Deze inspectiemethode is in het handboek RVB-BOEI vastgelegd. Het handboek biedt inspecteurs alle instructies en achtergrondinformatie die nodig zijn om integrale inspecties volgens de voorgeschreven methode te kunnen uitvoeren. De methodiek is geheel gebaseerd op NEN 2767 Conditie­meting gebouwde omgeving

### **Achtergronden**

-

### **Toepassingsgebied**

Gebouwen.

### **Werkwijze**

-

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

-

### **Frequentie**

De frequentie is afhankelijk van de geprognoseerde degradatie­kromme, waarbij niet wordt aangegeven hoe deze bepaald kan worden. In de regel geldt gemiddeld een inspectie­cyclus van drie tot vijf jaar.

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

-

## [18] Richtlijn Eisen inspectie en kwaliteitsmeting Kunstwerken

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
23	14	richtlijn	Prorail	2019	Nederland

### Samenvatting

In de richtlijn wordt voor kunstwerken een cyclisch programma uitgevoerd dat bestaat uit een zodanig samenhangend geheel aan inspecties, zodanig dat voldoende informatie beschikbaar is om middels gericht onderhoud de conditie van de objecten in stand te houden, onveilige situaties te voorkomen en de lifecyclekosten te minimaliseren.

Frequentie en diepgang van de inspecties zijn gebaseerd op een analyse van risico's, degeneratiesnelheden en levensduren. Begrippen uit de NEN 2767 "Conditie meting" worden toegepast om de beoordeling van de inspectie zo veel mogelijk uniformiteit te geven.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Kunstwerken.

### Werkwijze

Werkwijze conform NEN 2767. Er worden 4 soorten inspecties onderscheiden:

- Functioneringsinspectie
- Hoofdinspectie
- Overdrachtsinspectie
- Bijzondere inspectie

De functioneringsinspectie heeft een globaal karakter en wordt op zicht/op gehoor, frequent uitgevoerd. Het doel is functieverlies op korte termijn van het kunstwerk te controleren en eventueel onderhoud te inventariseren.

De hoofdinspectie heeft tot doel schades, defecten en de risico's ten aanzien van veiligheid, functionaliteit en duurzaamheid van de objecten in een zo vroeg mogelijk stadium te signaleren en vast te leggen.

De bijzondere inspectie is bedoeld om aanvullende informatie te verkrijgen of omdat zij niet goed te inspecteren zijn tijdens de reguliere inspecties. Hieronder vallen inspecties van niet eenvoudig gangbare (buis-)duikers, inspecties in het kader van vermoeiing stalen bruggen (V-inspectie) en bodempeilingen.

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

Checklists functioneringsinspecties:

- Bijlage 4.1: Stalen kunstwerken
- Bijlage 4.2: Betonnen en gemetselde kunstwerken
- Bijlage 4.3: Beweegbare bruggen

Bijlage 4.4: Duikers en onderdoorgangen

Bijlage 4.5: Grondkeringen

### **Frequentie**

Frequentie en diepgang van de inspecties zijn gebaseerd op een analyse van risico's, degeneratiesnelheden en levensduren. Deze worden in de richtlijn echter niet expliciet benoemd bij de frequenties van de verschillende soorten inspecties.

Functioneringsinspectie:

- stalen bruggen, tankplaten: 1 keer per jaar
- bewegingswerken: 2 keer per jaar
- betonnen en stenen kunstwerken: 1 keer per 3 jaar
- keermuren en grondkeringen: 1 keer per 3 jaar

Hoofdinspectie:

- stalen bruggen: 1 keer per 6 jaar
- betonnen, stenen en overige kunstwerken: 1 keer per 8 jaar
- beweegbare bruggen geheel: 1 keer per 5 jaar

Bijzondere inspectie:

- Duikers: 1 keer per 30 jaar en 10 jaar voor verstrijken theoretische levensduur
- V-inspecties: De inspectiefrequentie wordt bepaald door de scheurgroeisnelheid na de scheurinitiatiefase. Uitgangspunt voor het inspectie-interval is de tijd tussen het kunnen detecteren van een scheur en het uiteindelijk bezwijken van de (deel-)constructie. De inspectiefrequentie dient zo gekozen te worden dat een scheur altijd gezien wordt voor het bezwijken van constructiedeel.

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- onderscheid in frequenties
- argumentatie voor de frequenties
- checklists



## [19] NEN 2767-1 Conditiemeting gebouwde omgeving – deel 1: Methodiek

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
37	18	norm	NEN	2017	Nederland

### **Samenvatting**

De norm geeft een eenduidige methodiek voor de conditiemeting van alle beheerobjecten in de gebouwde omgeving. Doel van de conditiemeting is de vaststelling van de technische toestand van een bouwdeel op basis van waargenomen gebreken op het moment van de inspectie.

### **Achtergronden**

-

### **Toepassingsgebied**

Bouwwerken

### **Werkwijze**

Gestandaardiseerde methode voor het registreren, kwalificeren en kwantificeren van gebreken (gerelateerd aan technische veroudering) aan bouwdelen.

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

-

### **Frequentie**

-

### **Kwalificaties**

-

### **Observaties**

-

### **Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- Er zou in de NTA aansluiting gezocht kunnen worden bij de systematiek van categorisering

## [20] NEN 2767-2 Conditiemeting gebouwde omgeving – deel 2: Gebrekenlijst

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
111	18	norm	NEN	2017	Nederland

### Samenvatting

-

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Bouwwerken

### Werkwijze

Deel 2 van de norm bevat gebrekenlijsten per bouw- en installatiedeel. Per bouwdeel zijn mogelijk gebreken in de lijst gegeven, gecategoriseerd naar: Ernstige gebreken, serieuze gebreken en geringe gebreken. Met deze lijst worden de gebreken en de intensiteit van het gebrek vastgesteld. Vervolgens wordt de omvang van het gebrek bepaald. Dit bepaalt samen de conditie van het element. Middels correctiefactoren voor omvang en ernst kan vervolgens de conditie van het gehele gebouw worden bepaald.

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

Deel 2 Gebrekenlijsten geeft een compleet overzicht van bouwdelen en mogelijke gebreken gecategoriseerd naar ernst. Daarvan heeft een aantal onderdelen van B (bouwkunde) betrekking op de constructie. Het betreft:

- B.1 Casco, constructies en funderingen
- B.2 Buitenwanden
- B.3 Binnenwanden
- B.4 vloeren, trappen, hellingen
- B.5 Daken constructief en vulling

In de bijbehorende bijlagen worden mogelijke gebreken per bouwdeel opgesomd

### Frequentie

-

### Kwalificaties

-

### Observaties

-

### Elementen die toepasbaar zijn voor NTA

- Er zou gebruik kunnen worden gemaakt van een klein deel van de gebrekenlijsten

## [21] Rijkswaterstaat, Eenvoudige objectrisicoanalyse - werkschrijving

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
30	22	richtlijn	RWS	2016	Nederland

### Samenvatting

Het document geeft een werkschrijving voor het uitvoeren van een objectrisicoanalyse (ORA). In hoofdstuk 2 wordt de afweging tussen de verschillende analyseniveaus beschreven. Een belangrijk aspect van de risicoanalyse betreft de risicomatrix, waarmee de prioritering (criticaliteit) van de onderkende risico's wordt vastgesteld. In hoofdstuk 3 wordt de model-risicomatrix toegelicht. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitvoering van de risicoanalyse zelf. In hoofdstuk 5 staat hoe de kwaliteitstoets van de analyse kan worden uitgevoerd. In hoofdstuk 6 worden de raakvlakken tussen de objectrisicoanalyses op 'eenvoudig' resp. 'gedetailleerd' niveau benoemd.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Infrastructurele kunstwerken

### Werkwijze

Als in [1, ABT] wordt de nadruk gelegd op een risicogestuurde aanpak van de beoordeling.

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

-

### Kwalificaties

-

### Observaties

-

### Elementen die toepasbaar zijn voor NTA

- De achtergrond van het document is het risicogestuurd beoordelen van kunstwerken die in de tijd door wisselende belastingen worden aangetast, teneinde gericht onderhoud te kunnen plegen. De benoeming van de tijdsgebonden faalmechanismen kunnen worden meegenomen, alhoewel een aantal specifiek voor kunstwerken zijn.

- de hoofdstructuur van het uitvoeren van een ORA zoals weergegeven in figuur 4 kan worden gebruikt.

## [22] Rijkswaterstaat, Inspectiekader RWS - Kader voor risicogestuurd inspecteren bij Rijkswaterstaat

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
33	20	richtlijn	RWS	2012	Nederland

### Samenvatting

Het Inspectiekader RWS beschrijft een stelsel van samenhangende inspectiesoorten waarmee Rijkswaterstaat invulling geeft aan zijn verantwoordelijkheid voor wettelijk en functioneel beheer van het hoofdwegennet, hoofdwatersysteem en hoofdvaarwegennet.

Het document is erop gericht de inspecties bij RWS zodanig te organiseren dat het monitoren van de risico's en het vergaren van de benodigde informatie optimaal geschiedt.

### Achtergronden

-

### Toepassingsgebied

Infrastructurele kunstwerken

### Werkwijze

-

### Hoofdstukken

-

### Bijlagen/checklists

-

### Frequentie

- er wordt in de RWS nadrukkelijk een relatie gelegd tussen inspecties en het onderhoudsplan. Dat is niet de context van de te schrijven NTA.

### Kwalificaties

-

### Observaties

-

### Elementen die toepasbaar zijn voor NTA

-

**[23] Rijkswaterstaat, Analyse kader vaste kunstwerken - Analyse kader voor Viaducten, Vaste bruggen, Onderdoorgangen en Duikers**

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
24	19	richtlijn	RWS	2012	Nederland

**Samenvatting**

Het document maakt een vertaalslag van functie- en prestatie-eisen op netwerkniveau naar eisen die gesteld worden aan objecten en onderdelen van objecten.

**Achtergronden**

-

**Toepassingsgebied**

Infrastructurele kunstwerken

**Werkwijze**

-

**Hoofdstukken**

-

**Bijlagen/checklists**

-

**Frequentie**

- er wordt in de RWS nadrukkelijk een relatie gelegd tussen inspecties en het onderhoudsplan. Dat is niet de context van de te schrijven NTA.

**Kwalificaties**

-

**Observaties**

-

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

-

**[24] Federale overheidsdienst binnenlandse zaken België, Koninklijk besluit houdende de in voetbalstadions na te leven veiligheidsnormen, Artikel 4, 06-07-2013**

totaal blz.	richtlijn blz.	Documentsoort	Opsteller	jaar	Land
-	-	Koninklijk besluit	Federale overheidsdienst binnenlandse zaken België	2013	België

### **Samenvatting**

Het betreft een artikel van het Koninklijke besluit behorende bij de wet van 21 december 1998 betreffende de veiligheid bij voetbalwedstrijden. Het artikel stelt dat elk jaar een verslag, niet ouder dan een jaar, met betrekking tot de stabiliteit van het stadion (constructieve veiligheid) dient te worden toegezonden aan de Voetbalcel<sup>2</sup> en de burgemeester van de gemeente waar het stadion is gelegen. Het verslag moet worden opgesteld door een, door de Voetbalcel voorafgaand goedgekeurd, neutraal expert. Uit het verslag moet blijken dat wordt voldaan aan de constructieve veiligheid. Om de 3 jaar dient door een neutraal expert een meer grondige expertise met bijbehorende proeven uitgevoerd te worden. Als de visuele inspectie daar aanleiding toe geeft dient de meer grondige expertise eerder plaats te vinden. Bij de beschrijving van de grondige expertise wordt aangegeven dat het een (rekenkundige) controle op basis van de normen betreft en een controle van de constructieve elementen zelf, indien nodig met demontage van de afwerking. Voor stadions die minder dan 10 jaar in gebruik zijn mogen de proeven op de gebruiksbelasting in het kader van de grondige expertise achterwege worden gelaten.

### **Achtergronden**

-

### **Toepassingsgebied**

Stadions waar nationale en/of internationale voetbalwedstrijden worden gespeeld

### **Werkwijze**

-

### **Hoofdstukken**

-

### **Bijlagen/checklists**

-

### **Frequentie**

Jaarlijkse visuele inspectie en verslaglegging met betrekking tot de stabiliteit van het stadion. Elke 3 jaar een meer grondige expertise met bijbehorende proeven.

---

<sup>2</sup> De Voetbalcel maakt deel uit van de Algemene Directie Veiligheid & Preventie van de Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken.

**Kwalificaties**

Uitgevoerd door een neutraal expert, voorafgaandelijk goedgekeurd door de Voetbalcel.

**Observaties**

-

**Elementen die toepasbaar zijn voor NTA**

- frequentie
- kwalificatie





## Appendix 3 Types of defect

### A3.1 Introduction

Tables of indicators of defects are given for four main building components:

- Table A3.1 Concrete
- Table A3.2 Masonry
- Table A3.3 Structural steel, cast iron and wrought iron
- Table A3.4 Timber

For each, the following notes apply:

**Note 1:** Generally, defective material and/or workmanship may be a factor in many of the defects

in the following tables and should be considered when evaluating possible causes and carrying out investigations.

**Note 2:** In the following Tables in this Appendix:

- under 'Test(s)', T refers to the tests in Appendix 7 and A8 refers to the tests in Appendix A8
- under 'Reference', G, C, M, S, and Ti refer to the General, Concrete, Masonry, Steel and Timber references and bibliography given after the Tables.

Between the Tables, photographic examples are given. After these, general bibliographies and bibliographies specific to materials are given.

### A3.2 Tables of defects

**Table A3.1 Building components: concrete**

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General	Rust spots on surface	Iron compounds in aggregates; nails/wire left in formwork	Chemical analysis of samples	T3, T8	
General	Rust stains on surface	Corrosion of tying wire/ reinforcement	Check on cover; carbonation	T7, T8	C7, C8
General (see Figures A3.1-A3.3)	Cracking of concrete cover/exposure of reinforcement	Corrosion of reinforcement (e.g. by CaCl <sub>2</sub> ); nails/wire from formwork left in concrete cover	Check adequacy of cover; test for chlorides	T3, T20, T21, T22	C1, C7, C8
		Fire	Visual examination – concrete white, straw or pink after fire Phenolphthalein test for carbonation	T8 T7	
General	Surface crazing	Construction fault: Mix too wet Poor curing	Check extent by small dia. coring	T3, T8	C1
General	Cracks at intervals	Restrained shrinkage; reinforcement too near surface; corrosion of reinforcement	Check frequency and details of joints Check distribution reinforcement	T20, T8 T3	C2, C7, C8, C10
		Moisture movement	Check for shrinkable aggregate	T8	
		Inadequate provision for shrinkage	Check reinforcement and spacing of joints		C1, C10
General	Random diagonal cracking or lateral cracking at even spacing	Over rich/wet mix	Analyse samples	T3, T8	
		Excessive joint spacing Shrinkage Link corrosion	Examine details Check mix and aggregates	T3, T8	C2, C10
General	Surface abrasion	Excessive wear Poor abrasion resistance	Check plant loading History of usage	T18	
General	Surface spalling	Poor quality concrete	Analyse samples	T3, T8	C7, C8
		Reinforcement corrosion Chemical attack Frost attack	Check reinforcement		
		Poor compaction Faulty or missing waterbars	Check spacing/detailing of joints Check for vapour barrier and water bars Test/analyse concrete	  T1, T2, T3	

Table A3.1 Continued

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General	Water penetration at joints or 'cracks'	Faulty movement joints Faulty or missing waterbars	Check for vapour barrier and waterbars		
		Movement resulting from inadequate joints or inadequate reinforcement	Investigate reason for movement		
General	Rust staining below mortar covering of external prestressing	Tendon corrosion Poor grouting of tendons	Check location/extent of corrosion	T21, A8.25	C8
General	Cracking or spalling with or without rust staining (generally parallel to direction of steel)	Corrosion of tendons or reinforcement Corrosion of encased steel section	Check condition of embedded steel; check cover, carbonation, chloride content	T7, T21, T22, A8.21, A8.22, A8.25	C8
		ASR, restrained by reinforcement	Check presence of ASR	T8, T10	
General (see Figure A3.4)	Map cracking	Alkali-silica reaction	Check concrete constituents Petrographic analysis	T3, T8, T10	C1, C3, C4, C5
General	Map cracking on top surfaces	Early drying-out of over-rich mix laitence	Remove laitence, check concrete underneath if necessary by coring	T3, T8	C1
General	Dark colour	HAC	Analysis of samples	T3, T8	C6
General	Deflection	Shrinkable aggregate Premature removal of formwork	Analysis of samples	T3, T8	C6
		Overloading	Design check		
Ground-bearing slabs	Local settlements combined with diagonal cracks	Poor sub-grade compaction Inadequate reinforcement Ground movement due to water/erosion/mining/shrinkable clays, peat or other causes	Investigate foundation and substrata		C2, G1, G2, G3
RC Beams	Vertical or slightly inclined cracks on sides and soffit on central part of span	If less than 0.3mm: normal action of RC If wider than 0.5mm: maybe overload, excessive shrinkage of slab, premature removal of props	Compare actual load with design load		C1
			Check span/depth ratios with Code requirements Check temperature gradient		C2
RC Beams	Diagonally inclined cracks generally at/or near supports	Overloading Under-reinforcement against shear Inadequate depth	Check actual shear resistance against Code allowance		C2
RC Beams	Vertical cracks at regular intervals	Shrinkage around stirrups/links			
RC Beams	'Helical' cracks in beam face and extending around section perimeters	Torsional shear stresses	Check actual torsional shear resistance against code allowance		C2
RC Beams	Excessive deflection	Inadequate depth Overloading (long-term) Formwork defect Inadequate or displaced reinforcement Shrinkable aggregate Materials defective or deteriorated Bond slip of reinforcement (possible use of woodwool former)	Check span depth/ratios with Code requirements		C2
			Compare actual and theoretical deflections Checking load history		C2
			Covermeter check Test concrete Check construction	T1, T2, T3, T8, T20, T21	
Prestressed Beams	Excessive deflection	Overloading Overstressing or poor concrete	Check actual against design load	T1, T2, T3, T20, T21	C2
	Loose or defective anchorage Segment separation Grout disturbance Segment shear cracks	Materials defective or deteriorated	Check design Covermeter check	T21, A8.4, A8.25	
Prestressed Columns	Bowing	Distortion during erection; concrete creep or shrinkage Tendon fracture Inadequate prestress Displaced tendons Materials defective or deteriorated	Check loading conditions; check design; check for construction fault; covermeter check Check tendon condition at any fracture	T1, T2, T3, T8, T20, T21, A8.4	C2

Table A3.1 Continued

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
Slabs	Excessive deflection	Inadequate depth Overloading (long-term) Formwork defect Inadequate or displaced reinforcement Materials defective or deteriorated Lack of continuity	Check span/depth ratios with Code requirements		C2
			Compare actual and theoretical deflections Check loading history		C2
			Covermeter check	T20	
			Test concrete	T1, T2, T3, T8	
			Check for shrinkable aggregates	T8	
Slabs	Cracking of slab and/or finishes over support	Slab designed as simply supported but constructed as continuous or with fixed supports Inadequate top reinforcement in continuously designed slabs Excessive support moment relaxation Inadequate top steel at supports Top steel displaced	Check design		C2
			Covermeter check	T20	
Nibs and corbels (see Figures A3.5 and A3.6)	Spalling	Corrosion of reinforcement Inaccurate positioning of top reinforcement	Covermeter check	T20	C7, C8,
			Check cover against Code requirement Check condition of embedded steel		C2
		Absence of reinforcement Where present: expansion of brick infill panels combined with elastic shortening/shrinkage of concrete frame	Covermeter check		
			Check actual against design loading Check adequacy of movement joints in panel walls		C2
Nibs and corbels	Vertical cracking	Inadequacy of top reinforcement Local bond failure	Design check		C2
		Inadequate anchorage of top reinforcement	Check against reinforcement drawings		
Corbels	Wide vertical and/or diagonal cracks	End rotation and/or thermal movement of supported beam with inadequate or displaced corbel reinforcement	Check amount, arrangement and position of corbel reinforcement Check deflection of beam		
Nibs	Horizontal 'peeling' crack on vertical face	Inadequate or displaced reinforcement Accidental overload	Check design, check reinforcement, check loading history		
Foundations	Concrete turned to 'mush'	Thaumasite (delayed external sulfate attack)	[Coring and] chemical analysis		
Foundations	Wide cracks	Delayed ettringite formation (internal sulfate attack)	Coring and chemical analysis		C9





Figure A3.1 Spalling of cover/exposure of beam reinforcement



Figure A3.5 Exposed concrete in nib



Figure A3.2 Spalling of cover/exposure of beam reinforcement



Figure A3.6 Spalling



Figure A3.3 Spalling of cover/exposure of slab soffit reinforcement



Figure A3.7 Wall out-of-plumb



Figure A3.4 ASR in foundations



Figure A3.8 Diagonal crack following masonry joints

Table A3.2 Building components: masonry

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General (see Figure A3.7)	Wall out of plumb	Foundation movement	Foundation and subsoil investigation; check trees; check drainage		G2, G3, G4, G5, M2
		Lack of lateral restraint Movement of floors, etc.	Check lateral ties If relevant check roof spread		M1, M2
		Horizontal forces not considered in design			
		Cutting of horizontal chases Sulfate attack on face Crushing of masonry on one face Spread of pitched roof	Check construction Chemical tests In long buildings with no internal cross-walls: check stability of columns Check lateral tying and restraint		M2
General (see Figure A3.8)	Vertical fractures, tapering cracks, diagonal cracks following vertical and horizontal masonry joints	Foundation movement Slip of sloping ground	Foundation and subsoil investigation; check drainage; check existing trees and roots in case of settlement; check removed trees in case of heave		G2
		Roof spread; overloading	Check design; check roof; check construction		M1, M2, M7, M9
		Cutting of vertical chases Sulfate attack on mortar Thermal movement Movement of building frame Previous structural alterations	Identify chases Chemical tests Check movement joints		M2
			Check records and compare materials <i>in situ</i>		M4
General	Bulge in wall or pier	Inadequate lateral restraint (including tie corrosion)	Check lateral ties		M1, M2
		Inadequate pier or wall bond (skin separation)	Check construction		
		Too slender pier	Check design		M1, M3
		If wall is of two leaves with rubble core: inadequate ties	Check if overall thickness increases at bulge Core drill to check for rubble core		M2
General	Spalling	Repointing with hard mortar Sulfate attack on convex face	Check compatibility of mortar Chemical tests		M2
General	Parallel horizontal cracks	Movement/corrosion of embedded metal	Check condition of embedded metal reinforcement, ties, etc.		
General	Parallel vertical cracks	Overloading Thermal movement; drying shrinkage	Check design Check movement joints Monitor		M1, M2
General	Hairline fractures at vertical joints with evidence of hairline cracks along bed-joints	Shrinkage of bricks Omission of movement joints Deflection of supporting structure	Check brick type Check construction details Check adequacy of support		M2
General (see Figure A3.9)	Vertical constant width cracks adjacent to return corners	Thermal expansion/contraction	Check adequacy of joint provision		M2
		Corrosion of embedded steel section	Check condition of section		
General	Vertical displacement of walls	Ground subsidence Overloading Movement of supporting structure	Check as appropriate		
Cavity walls (see Figure A3.10)	Bowing of outer leaf	Inadequate lateral restraint Inadequate tying of leaves (including tie corrosion)	Check for Code compliance		M5
			Check frequency, embedment adequacy and condition of ties: borescope		T23
		Unsuitable materials Overloading	Check integrity of mortar joints		
			Check design and details		M5
	Eccentric loading Inadequate detail design Creep, shrinkage and elastic shortening of concrete frame; expansion of brickwork	Check suitability of movement joints For infill brickwork: examine supporting nibs/shelf angles			



**Table A3.2 Continued**

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
Cavity walls	Horizontal fractures in flank walls at concrete floor levels	Inadequate support of external skin	Check support detail		
		Thermal movement due to underfloor heating	Check presence of underfloor heating		
Cavity walls (see Figure A3.11)	Dampness on inside face of inner leaf	Condensation	Check adequacy of cavity (50mm minimum recommended)		M5
		Mortar droppings on ties or in base of cavity; or other cavity bridging Omission of dpcs and/or weepholes in outerleaf Faulty cavity insulation	Check for cavity bridging; borescope examination Check presence of cavity dpc trays, weepholes		
Walls (cavity and solid)	Deterioration in concrete block work Crushing	Chemical attack (including Munding) Overload	Visual examination; core sampling Check design		M1, M4 M5, M6



**Figure A3.9** Vertical crack near corner



**Figure A3.10** Bowing external wall, Lichfield © Brian Clancy



**Figure A3.11** Dampness on inside face of inner leaf

**Table A3.3 Building components: structural steel, cast iron and wrought iron**

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General	Excessive deformations	Out of plumb columns Poor fabrication or erection	Check safety, if in doubt consider closure or temporary support	T24 to T36	S5
General (see Figure A3.12)	Distorted or buckled members; bowing of beams, ties and bracings	Overloading or design fault	Check design and detailing		S1, S5
		Wrong steel grade	Check construction against details		
		Inadequate bracing or lateral support	Check design		
		Poor fit, slip or failure of supports/connections	Check connections for lack of bolts, inadequate bolt tightness, poor welding		
		Impact	Check for accidental damage		
	Fire	Check for signs of fire damage, including crystal structure changes			
General	Distortion/damage to windows, doors or cladding	Unsatisfactory baseplate arrangements	Check geometry of structure against that intended		S5
		Impact	Check for accidental damage		
		Elevated temperature beyond design range	Investigate possible elevated temperatures		
		Removal of key members	Identify structural system		
		Defective foundations or differential settlement	Check foundation adequacy		
General	Unacceptable flexibility/vibration of structure or structural members	Wind or out-of-balance machinery	Check performance of structure in absence of wind or operating machinery Check adequacy of anti-vibration mountings		
		Vortex shedding on circular structures	Relate natural frequency of structure to that of exciting forces		
		Members inadequately braced	Identify structural system		
General	Missing weld or welds of poor appearance	Oversight Unsatisfactory welding	Check weld quality by NDT	T27, T28	
General	Fractured material which may have surface appearance varying from smooth to crystalline	Poor welding Fatigue Brittle fracture	Check weld quality by NDT Specialist investigation Specialist investigation	T27, T28	
General	Cracks on surface of welds or heat affected zones	Poor welding	Check weld quality by NDT	T27, T28	
General	Cracks within thickness at welded connection; not usually visible until failure occurs; surface of the fracture is fibrous and 'woody'	Lamellar tearing (caused by high restraint to weld contraction, out of the plane of rolling; insufficient preheat; sulfide inclusions; steel not specified with through thickness ductility.)	Ultrasonics; test coupon for through thickness ductility; Specialist investigation		
General	Cracks where liquid metal present (galvanising, mercury, etc.)	Liquid metal embrittlement: brittle fracture accelerated by liquid metal	Specialist investigation		S4
General	Cracks initiate at stress raisers	Fatigue or brittle fracture	Design/detail check Specialist investigation		
General (see Figure A3.13)	Joint slip; connection tearing; metal distortion adjacent to holes	Overloading Incorrect fastener Incorrect bolt tightening Poor hole punching Hole drift during erection	Check loading, size and effectiveness of fasteners		S2
General	Open holes missing fasteners; loose rivets, bolts, nuts Distorted fasteners Uneven head/nut seating Gaps between bearing plates	Badly fitting fasteners	Replace missing fasteners		S5
		Fasteners not installed	Check adequacy of fasteners		
		Misaligned/misplaced holes	Check for building sway		
		Defective fasteners	Check hole accuracy		
		Defective bolting Deformation due to welding	Check design and detailing		
General (see Figure A3.14)	Corrosion	Environmental attack	Ascertain type of corrosion		
		Presence of moisture	Identify sources of moisture		
		Failure of protective system	Check section sizes for residual adequacy		
		Stress/galvanic corrosion	Check protective system		

**Table A3.3 Continued**

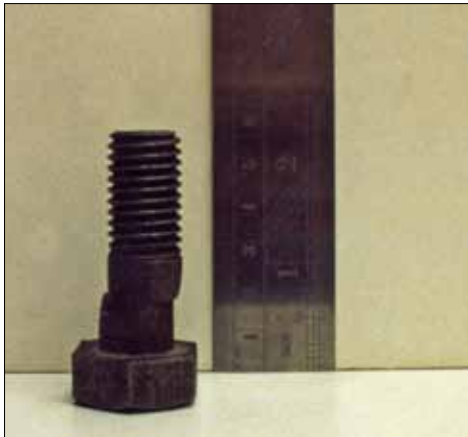
Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General	Cracking of concrete casing	Corrosion of structural steel Corrosion of casing reinforcement	Check condition of embedded steel		
General	Distortion of bearings for precast floor units or cladding	Eccentric bearing Twisting of steel section	Check design detail		
Sheet piling and marine structures	Severe unexpected corrosion near low water level, bright orange colour on surface	Accelerated low water corrosion (caused by sulfate reducing bacteria existing defects electrochemical action)	Check level of corrosion Check thickness of steel required		S3



**Figure A3.12** Failure of overloaded member



**Figure A3.15** Dry rot in timber



**Figure A3.13** Severe shear deformation



**Figure A3.16** Timber deterioration



**Figure A3.14** Rust flake detaching from steel stanchion



**Figure A3.17** King rafter having moved and no longer adequately supported



Table A3.4 Building components: timber

Component or element	Indication	Possible cause(s)	Investigation suggested	Test(s)	Reference
General (see Figure A3.15)	Cubic crazing Discolouration Crumbling Fungal growth Smell	Fungal attack Dry rot (red dust useful indicator) Mycelium	Check water entry Check ventilation Check tendril spread	T47, T48	
		Water entry Lack of ventilation	Check extent of structural damage		
General	Discolouration Splitting Softening Smell Stringy appearance	Wet rot Water entry	Check extent of inspection and structural damage	T47	
General	Holes 1-3mm diameter on surface Dust	Insect attack (death-watch and other beetles)	Check extent of inspection and structural damage	T46	
General (see Figure A3.16)	Splits	Drying-out	Check moisture content		Ti1, Ti2
		Inadequate seasoning Overloaded bolts/connectors Overloaded 'carpentered' joints	Check design		
Flat roofs	Sagging Ponding	Structural deflection	Check design/detailing		Ti1, Ti2, Ti3, Ti4
		Change of roof cover	Check construction		G6
		Change of loading Lack of falls Timber defects (see general) Joint inadequacy	Check timber condition		
Pitched roofs (see Figures A3.17 and A3.18)	Ridge sag Walls out-of-plumb	Rafter spread	Check design/detailing		
		Removal of rafter/purlin support	Check construction Check timber condition		
	Non-planar roof surface	Lack of bracing Change of roof cover	Check roof bracing Check wall plumb		
	Tile course disturbance	Rafter/purlin deflection	Check roof ties/backing		
		Timber defects (see general)	Check timber condition		
		Joint inadequacy Aircraft wake vortices	Check roof cover		
	Valley beam sag	Excessive deflection	Check design/detailing		Ti2, G6
Removal of supporting wall		Check construction			
Timber defects (see general)		Check gutter			
Joint inadequacy		Check timber condition			
Floors	Sagging Flexibility	Undersize joists or beams Notching Overloading	Check design/detailing		Ti2
		Lack of strutting Timber defects Joint inadequacy Adhesive breakdown in laminated beams	Check construction Check timber condition		
Columns and posts (including loadbearing stud partitions)	Buckling Twisting Crushing	Excessive loading Lack of restraint Timber defects Joint inadequacy	As for floors		As floors
Beams (see Figure A3.19)	Excessive deflection Buckling Twisting	Overloading Lack of restraint Joint inadequacy Adhesive breakdown in laminated construction Timber defects	As for floors		As floors



Figure A3.18 Damp staining to timbers at hip end



Figure A3.19 Defective joint in purlin

### A3.3 References / Bibliography

#### A3.3.1 General

- G1** Institution of Structural Engineers. *Soil-structure interaction – the real behaviour of structures*. London: IStructE, 1989
- G2** Institution of Structural Engineers. *Subsidence of low-rise buildings*. London: IStructE, 1994 {Since superseded by Institution of Structural Engineers. *Subsidence of low-rise buildings: a guide for professionals and property owners*. 2<sup>nd</sup> ed. London: SETO, 2000}
- G3** Tomlinson, M.J. *Foundation design and construction*. 5<sup>th</sup> ed. Harlow: Longman, 1986 {Since superseded by Tomlinson, M.J. *Foundation design and construction*. 7<sup>th</sup> ed. Harlow: Prentice-Hall, 2001}
- G4** Institution of Structural Engineers. *Guide to surveys and inspections of buildings and similar structures*. London: IStructE, 1991 {Since superseded by Institution of Structural Engineers. *Guide to surveys and inspections of buildings and associated structures*. London: IStructE, 2008}
- G5** Freeman, T. J. et al. *Has your house got cracks? A Guide to subsidence and heave of buildings on clay*. London: Thomas Telford, 1994 {Since superseded by Freeman, T. et al. *Has your house got cracks? A Homeowner's guide to subsidence and heave damage*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Thomas Telford, 2002}
- G6** Coates, D.T. *Roofs and roofing: design and specification handbook*. Caithness: Whittles, 1993

BS 7543: 2003: *Guide to durability of buildings and building elements, products and components*. London: BSI, 2003

BS 8210: 1986: *Guide to building maintenance management*. London: BSI, 1986

Building Research Establishment. *Defect action sheets: the complete set*. Garston: BRE, 2001

Building Research Establishment. *Why do buildings crack? BRE Digest 361*. Garston: BRE, 1991

Carillion. *Defects in buildings: symptoms, investigation, diagnosis and cure*. London: The Stationery Office, 2001

Chartered Institute of Building. *Maintenance management: a guide to good practice*. 3<sup>rd</sup> ed. Ascot: CIOB, 1990

IABSE. *Durability of structures: IABSE symposium, Lisbon, 6-8 September 1989. IABSE Report 57*. Zurich: IABSE, 1989

Institution of Structural Engineers. *Aspects of cladding*. London: SETO, 1995

National Building Agency. *Common building defects: diagnosis and remedy*. Harlow: Longman, 1983 {Since superseded by National Building Agency. *Common building defects: diagnosis and remedy*. Harlow: Longman, 1987}

#### A3.3.2 Concrete

- C1** Concrete Society. *Non-structural cracks in concrete. Technical Report 22*. 3<sup>rd</sup> ed. Slough: Concrete Society, 1992
- C2** BS 8110: *Structural use of concrete* [3 parts]
- C3** Institution of Structural Engineers. *Structural effects of alkali-silica reaction: technical guidance on the appraisal of existing structures*. London: SETO, 1992
- C4** British Cement Association. *Diagnosis of alkali-silica reaction*. 2<sup>nd</sup> ed. Slough: BCA, 1992
- C5** Building Research Establishment. *Alkali aggregate reactions in concrete. BRE Digest 330*. Garston: BRE, 1988 {Since superseded by Building Research Establishment. *Alkali-silica reaction in concrete. BRE Digest 330*. 4 parts. Garston: BRE Bookshop, 2004}

- C6** Building Research Establishment. *Assessment of existing high alumina cement concrete construction in the UK. BRE Digest 392*. Garston: BRE, 1994 {Withdrawn in 2002; superseded by Dunster, A. *HAC concrete in the UK: assessment, durability management, maintenance and refurbishment. BRE Special Digest 3*. London: BRE Bookshop, 2002}
- C7** Currie, R.J. and Robery, P.C. *Repair and maintenance of reinforced concrete. BRE Report BR254*. Garston: BRE, 1994
- C8** Building Research Establishment. *Durability of steel in concrete. Digests 263-265*. Garston: BRE, 1982 {Since superseded by Building Research Establishment. *Corrosion of steel in concrete. Part 1: Durability of reinforced concrete structures; Part 2: Investigation and assessment; Part 3: Protection and remediation. BRE Digest 444*. London: CRC 2000}
- C9** Quillin, K. *Delayed ettringite formation: In-situ concrete. BRE Information Paper IP 11/01*. London: CRC, 2001
- C10** Building Research Establishment. *Shrinkage of natural aggregates in concrete. BRE Digest 357*. Garston: BRE, 1991

BRE Reports dealing with the following industrialised systems:

- BR 55 *Underdown and Winget houses*
- BR 118 *Bison large panel system dwellings*
- BR 130 *Easiform cavity-walled dwellings*
- BR 153 *Wimpey no-fines low-rise dwellings*
- BR 154 *Improving the habitability of large panel system dwellings*
- BR 155 *Forrester-Marsh*
- BR 156 *Cast rendered no-fines housing*
- BR 157 *Incast houses*
- BR 158 *Universal houses*
- BR 159 *Fidler houses*
- BR 161 *BRE Type 4 houses*
- BR 185 *Over-roofing: especially for large panel system dwellings*
- BR 190 *Mowlem*
- BR 191 *No-fines housing*
- BR 214 *Understanding and improving the watertightness of large panel systems dwellings*

Building Research Establishment. *Durability of ggbs concretes. IP 6/92*. Garston: BRE, 1992

Building Research Establishment. *Durability studies of pfa concrete. IP 11/91*. Garston: BRE, 1991

Building Research Establishment. *The structural adequacy and durability of large panel system dwellings. Part 1: Investigations of construction; Part 2: Guidance on appraisal*. Garston: BRE, 1987

Concrete Society. *Repair of concrete damaged by reinforcement corrosion*. London: Concrete Society, 1984

Doran, D.K. ed. *Construction materials reference book*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992 [new edition in preparation]

FIB. *Management, maintenance and strengthening of concrete structures*. FIB Bulletin 17. Lausanne: FIB, 2002

IABSE. *Remaining structural capacity: IABSE colloquium, Copenhagen, 1993. IABSE Report 67*. Zurich: IABSE, 1993

Institution of Structural Engineers. *Guidance note on the security of the outer leaf of large concrete panels of sandwich construction*. London: IStructE, 1989

Parrott, L.J. *A Review of carbonation in reinforced concrete. BRE Report BR114*. Garston: BRE, 1987

Pearce, D.J. and Matthews, D.D. *Shear walls: an appraisal of their design in box frame structures*. London: HMSO, 1973

### A3.3.3 Masonry

- M1** *BS 5628: Code of practice for the structural use of masonry* [3 parts]
- M2** Building Research Establishment. *Repairing brick and block masonry. BRE Digest 359*. Garston: BRE, 1991
- M3** *BS 5390: 1976: Code of practice for stone masonry*. London: BSI, 1976 {Since superseded by *BS 5268-3: 2005: Code of practice for the use of masonry – Part 3: Materials and components, design and workmanship*. London: BSI, 2005}
- M4** Building Research Establishment. *Calcium silicate (sand lime, flint lime) brickwork. BRE Digest 157*. Garston: BRE, 1992
- M5** Institution of Structural Engineers, Devon and Cornwall Branch. *Mundic (deterioration of concrete involving aggregate materials of mine waste origin): interim technical guidance note*. London: IStructE, 1988
- M6** Building Research Establishment. *Taking care of 'mundic' concrete houses. BRE XL7*. Garston: BRE, 1992
- M7** Royal Institution of Chartered Surveyors. *The mundic problem: a guidance note. Recommended sampling, examination and classification procedure for suspect concrete building materials in Cornwall and parts of parts of Devon*. London: RICS Books, 1994 {Since superseded by Royal Institution of Chartered Surveyors. *The mundic problem: a guidance note. Recommended sampling, examination and classification procedure for suspect concrete building materials in Cornwall and parts of Devon*. 2<sup>nd</sup> ed. London: RICS Books, 1997}

Building Research Establishment. *Decay and conservation of stone masonry. Digest 177*. Garston: BRE, 1975

Ross, K.D. and Butlin, R.N. *Durability tests for building stone. BRE Digest 141*. Garston: BRE, 1989

### A3.3.4 Steel, cast iron and wrought iron

- S1** *BS 5950: Structural use of steelwork* [9 parts]
- S2** Bates, W. *Structural steelwork: design of components, conforming with the requirements of BS 449 Part 2: 1969*. London: BCSA, 1978
- S3** Institution of Civil Engineers. *Maritime Board briefing on accelerated low water corrosion*. Available at: <http://www.ice.org.uk/downloads/BS-Acceleratedlwc.pdf> [Accessed: 30 September 2009]
- S4** Joseph, B., Picat, M. and Barbier, F. 'Liquid metal embrittlement: A state-of-the-art appraisal'. *The European Physical Journal, Applied Physics*, AP 5, 1999, pp19-31. Available at: <http://www.edpsciences.org/articles/epjap/pdf/1999/01/ap8127.pdf> [Accessed: 30 September 2009]

- S5 Bates, W. *Historical structural steelwork handbook*. London: BCSA, 1984
- Association for Specialist Fire Protection. *Fire protection for structural steel in buildings*. 4<sup>th</sup> ed. Aldershot: ASFP, 2007
- Bates, W. *Historical structural steelwork handbook*. London: BCSA, 1984
- Breakell, J.E. et al. *Management of accelerated low water corrosion in steel maritime structures*. CIRIA C634. London: CIRIA
- IABSE. *Remaining fatigue life of steel structures: IABSE workshop, Lausanne, 1990. IABSE Report 59*. Zurich: IABSE, 1990
- Lawson, R.M. *Fire resistant design of steel structures: a handbook to BS 5950: Part 8. SCI Publication 80*. Ascot: SCI, 1990
- Lawson, R.M. and Newman, G.M. *Enhancement of fire resistance of beams by beam to column connections. SCI Publication 86*. Ascot: SCI, 1990
- Moon, J.R. 'Chapter 5: Steel'. In Doran, D.K. ed. *Construction materials reference book*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992
- Standing Committee on Structural Safety. *Liquid metal assisted cracking of galvanised steelwork: SCOSS Topic Paper SC/T/04/02*. Available at: [www.scoss.org.uk/publications/rtf/LMAC\\_Final\\_Version\\_3.pdf](http://www.scoss.org.uk/publications/rtf/LMAC_Final_Version_3.pdf) and update SC/06/59 [www.scoss.org.uk/publications/rtf/Liquid Metal Assisted Cracking.pdf](http://www.scoss.org.uk/publications/rtf/Liquid_Metal_Assisted_Cracking.pdf) [Accessed: 1 October 2009]
- Building Research Establishment *Steel-framed and steel-clad dwellings*, BRE Reports dealing with the following industrialised systems:
- BR 77 BISF steel-framed house
  - BR 78 Howard steel-framed house
  - BR 110 Dorlonco steel-framed houses
  - BR 111 Thorncliffe cast-iron panel houses
  - BR 113 Steel-framed and steel-clad houses: inspection and assessment
  - BR 119 Rofthen steel-framed houses
  - BR 120 Dennis-Wild steel framed houses
  - BR 132 Cussins steel-framed houses
  - BR 133 Livett-Cartwright steel-framed houses
  - BR 139 Cruden rural steel-framed houses
  - BR 144 Falkiner-Nuttall steel-framed houses
  - BR 145 Crane steel-framed bungalows
  - BR 146 Trusteel MKII steel-framed houses
  - BR 147 Trusteel 3M steel-framed houses
  - BR 148 Atholl steel
  - BR 149 Dorlonco supplement to BR 110
  - BR 152 Hawthorn Leslie steel-framed houses
  - BR 163 Nissen-Petren steel-framed houses
  - BR 188 Lowton-Cubitt steel-framed houses
  - BR 189 Telford steel-clad houses
  - BR 193 Cranwell steel-framed houses
  - BR 196 Birmingham Corporation steel-framed houses
  - BR 197 Hills Presweld steel-framed houses
  - BR 198 Arcal steel-framed houses
  - BR 199 Homeville industrialised steel-frame houses
  - BR 200 5m steel-framed houses
  - BR 201 Arrowhead steel-framed houses
  - BR 202 British Housing steel-framed houses
  - BR 203 Keyhouse Unibuilt steel-framed houses
  - BR 204 Open system building steel-framed houses
  - BR 205 Steane steel-framed houses
  - BR 217 Comeson steel-clad houses
  - BR 218 Weir steel-clad (1920s) houses
  - BR 219 Stuart steel-framed houses
  - BR 221 Riley steel-framed houses
  - BR 222 Coventry Corporation steel-framed houses
  - Digest 317: Fire-resistant steel structures
- A3.3.5 Timber**
- T11 Carmichael, E.N. *Timber engineering: practical design studies*. London: Spon, 1984
- T12 *BS 5628: Structural use of timber* [Various parts]
- T13 Flat roofing: a guide to good practice. Tarmac, 1982
- T14 Arup Research and Development and British Flat Roofing Council. *Flat roofing: a guide to good practice. CIRIA Book 15*. London: CIRIA, 1993
- Bravery, A.F. et al. *Recognising wood rot and insect damage in buildings*. Princes Risborough: BRE, 1987 {Since superseded by Bravery, A.F. et al. *Recognising wood rot and insect damage in buildings. BRE Report BR453*. 3<sup>rd</sup> ed. London: BRE Bookshop, 2003
- Building Research Establishment. *Supplementary guidance for assessment of timber framed houses. Part 1: Examination. BRE Good Building Guide 11*. Garston: BRE, 1993
- Building Research Establishment. *Supplementary guidance for assessment of timber framed houses. Part 2: Interpretation. BRE Good Building Guide 12*. Garston: BRE, 1993
- Damage to roofs from aircraft wake vortices. Digest 391, BRE, 1994 {Since superseded by Blackmore, P. *Slate and tile roofs: avoiding damage from aircraft wake vortices. BRE Digest 467*. London: CRC, 2002}
- Ozelton, E.C. and Baird, J.A. *Timber designers' manual*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 2002
- Ross, P. *Appraisal and repair of timber structures*. London: Thomas Telford, 2002
- Sunley, J.G. 'Chapter 50: Timber'. in Doran, D.K. ed. *Construction materials reference book*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992
- Yeomans, D. *Repair of historic timber structures*. London: Thomas Telford, 2003



**Annex C Check list and documentation of the viewing by the owner/authorised representative**

	Visual or function inspection	Examples	Instructions for maintenance
<b>1</b>	<b>Changes in the building/construction elements</b>		
1.1.	Changes in usage	conversion of office to warehouse, warehouse to production hall	
1.2	Additionally erected or suspended loads	heavy shelving, safes, machines, cranes, conveyor systems, ventilation and air conditioning appliances	
1.3	Construction of extensions or annexes	canopy roofs, roof structures, platforms, stairs	
1.4	Alterations to the building shell	new openings in roofs and walls, subsequent closing of open-plan/partially open-plan buildings	
1.5	Alterations in temperature and (relative) humidity	climatic changes due to housing-in of outdoor areas of buildings; installation of baths or saunas; new production involving a high level of humidity	connection points of sanitary installations at walls and floor with intact seals (fittings and drains in showers!)
<b>2</b>	<b>Construction types</b>		
<b>2.1</b>	<b>Concrete constructions</b>		
2.1.1	Damage to the concrete surface	obvious cracks, chipping	
2.1.2	Signs of damage caused by moisture, salts	damp surfaces, efflorescence, stalactites, rust	Ceiling, support and wall areas exposed to de-icing salt should be cleaned at least once a year with a water spray.
2.1.3	Changes in construction elements	dowel holes, (core) drill holes, perforations	Check whether the changes are permissible; documentation
<b>2.2</b>	<b>Masonry</b>		
2.2.1	Damage to blockwork and joints	cracks, chipping, bellying, crumbling mortar joints	
2.2.2	Damp masonry, discolouring	walls in damp basements, unprotected exterior walls, enclosures, supporting walls	
<b>2.3</b>	<b>Steel constructions</b>		
2.3.1	Damage to coating, possible corrosion	cracks, scratches, chipping of coating or galvanisation; incipient or advanced corrosion on construction elements, bolts, rivets and weld seams	
2.3.2	Missing or loose bolts	open boreholes in steel profiles and connection plates, projecting bolt heads and nuts	
2.3.3	Deformation of steel profiles	impact damage to supports, e. g. in industrial halls or at filling stations	install impact protection as necessary
	Indication of temporary removal of rods	freely projecting connection plates	
<b>2.4</b>	<b>Timber constructions</b>		
2.4.1	Pest damage	mould fungus, insects	
2.4.2	Changes in the timber structure	excessive cracking, embrittlement	
2.4.3	Loose timber screws	projecting bolt heads and nuts	
2.4.4	Wet points	damp patches, streaking	
<b>2.5</b>	<b>Glass construction</b>		
2.5.1	Damage to the glass	cracks, chipping, deep scratches	
<b>2.6</b>	<b>Cable constructions</b>		
2.6.1	Irregularities on the cable surface	splitting of strands	

	Visual or functional inspection	Examples	Instructions for maintenance
<b>3</b>	<b>Building construction</b>		
<b>3.1</b>	<b>Pitched roofs</b>		
3.1.1	Leaks	damaged or missing roof tiles, sheeting, windows	checks necessary after heavy wind events
	Functional faults of drainage	corroded gutters and downpipes, blocked drains	gutters and inlets must be regularly cleared of leaves and dirt.
<b>3.2</b>	<b>Flat roofs</b>		
3.2.1	Damage to the roof sealing	cracks in the roof sealing, moisture/dampness on the underside, excessive bending of the roof construction	walk preferably on load-spreading underlays (wooden planks, special polystyrene mats), do not store material for repair on the roof
3.2.2	Functional faults of drainage	corroded gutters and downpipes, blocked drains and emergency overflows; pooling, mossy areas on the roof	Gutters and inlets must be regularly cleared of leaves and dirt; Carry out function tests on any heating of interior drains.
3.2.4	Increase in load due to change in the roof structure	additional gravel filling; when the coating was renewed, the old sealing strips were not removed	check whether additional loads were inspected by an expert; documentation
<b>3.3</b>	<b>Ceilings</b>		
3.3.1	Damage from dampness	puddles, wet coverings, water damage on screeds; leaky installations and (production) equipment	check installations and equipment regularly; inspect shafts and panelling; eliminate leaks immediately; use a minimum amount of water when cleaning surfaces which are not water proof
<b>3.4</b>	<b>Outdoor basement ceilings/parking decks</b>		
3.4.1	Functional faults of drainage	formation of puddles, damp organic residues around the inlets	regularly remove residues of flowers, leaves and twigs from gutters and pipes; in winter ensure that drains are free of ice; carry out function tests on any heating of interior drains
3.4.2	Damage to coverings, coatings, joints	erosion, cracks (weathering) tyre marks, abrasion (vehicular traffic); wetness on the underside	Eliminate damage immediately; areas with strong mechanical loads (waste containers, access ramps, etc.) should receive special protection.
3.4.3	Presence of signage	signs to restrict vehicle height, width, weight	
<b>3.5</b>	<b>Crane girders</b>		
3.6.1	Excessive wear on wheels and rails	heavy deposits of wear residue alongside the crane girders	ask the operator/user of the crane system about faults in operation, possible exceeding of permissible loads and execution of thorough maintenance and inspection of the crane system
3.6.2	Missing or loose bolts	open boreholes in steel profiles, rails and connection plates, projecting bolt heads and nuts	ask the operator/user of the crane system about missing or loose screws



**Documentation of a viewing in accordance with VDI 6200:2010-02**

**Documentation no.:** \_\_\_\_\_ **Date:** \_\_\_\_\_

**Building/construction element:** \_\_\_\_\_

**Address:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Owner/authorised representative:** \_\_\_\_\_

**Consequences classification acc. to Table 1** (cross as appropriate):  CC1  CC2  CC3

**Inspection intervals:** Viewing: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

Inspection: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

Examination: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

- Reason:**
- Scheduled viewing
  - Viewing following storm/heavy wind or snow
  - Viewing following conversion/change of use/repair

- Result:**
- No defects were discovered.
  - Issues discovered (explanation on separate sheet)
  - Consultation of an expert/special expert
  - Summary/Measures/Repairs

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Executed by:** \_\_\_\_\_

**Date and signature:** \_\_\_\_\_

**Please see separate sheet!**



**Annex D Check list and documentation of inspection (minimum requirements) by an expert**

	Damage indication	Cause	Examples, comments
<b>1</b>	<b>Influences due to changes</b>		
1.1.	Load changes	changed usage	conversion of office to warehouse; use of heavy-load forklifts
		subsequently erected or suspended loads	heavy shelving, safes, machines, cranes, conveyor systems
1.2	Constructional changes	space-creation measures	subsequent closure of open-plan or partially open-plan buildings, such as roof covering on a pergola, lateral closing of canopy roofs
		new openings, perforations, cut-outs, suspensions, brackets	installation openings, doors, gates, shafts, installation lines, core boreholes, drill holes
1.3	Changes in the building physics	change of temperature and humidity, condensate accumulation	hall with alternating uses: in summer a sports hall and in winter an ice-skating rink
<b>2</b>	<b>Construction types</b>		
<b>2.1</b>	<b>Concrete constructions</b>		
2.1.1	Cracks	impermissible load, cross section weakening, subsidence, deformation, tension	obvious and possibly growing cracks in ceilings, trusses, floor plates, supports and walls
2.1.2	Chipping	mechanical influences	vehicle impact damage to walls and supports, e. g. in underground car parks or industrial production halls; also on low ceilings and trusses
		dampness, frost, corrosion	unprotected construction elements outdoors such as façade panels, ramps up to parking decks
2.1.3	Rust discoloration and staining	corrosion of the reinforcement steel due to dampness	construction elements with insufficient concrete cover in a damp environment, e. g. in underground car parks
2.1.4	Damp surfaces, efflorescence, stalactites	dampness, water-logged cracks, concrete without resistance to water penetration, effects of de-icing salt	outdoor basement ceilings, underground car park ceilings, water-proof constructions (waterproof concrete basement)
<b>2.2</b>	<b>Masonry</b>		
2.2.1	Cracks in bricks and joints	cross-section weakening, subsidence, deformation, effects of frost	subsequently created door openings, insufficient foundations, deformation or twisting of ceilings and joists
2.2.2	Cracked, crumbling mortar joints, damp masonry, discoloration	dampness, frost	walls in damp basements, unprotected walls outdoors, enclosures, supporting walls; possible reduction in joint and/or stone strengths
2.2.3	Chipping, bellying	mechanical influences	vehicle impact damage, e. g. in driveways, gate areas
<b>2.3</b>	<b>Steel constructions</b>		
2.3.1	Damage to coating systems (corrosion protection, fire protection)	ageing, mechanical influences, conversion measures	subsequent installations on coated girders, impact damage
2.3.2	Corrosion	dampness, damaged points on the coating	weathering effects on uncoated steel constructions, e. g. canopy roofs, platforms for technical systems
2.3.3	Deformation	mechanical influences	vehicle impact damage to supports, e. g. in industrial production halls or filling stations; also on low roof constructions and trusses
2.3.4	Absent or loose bolts/rivets, misalignment	incorrect installation	faults in the initial installation or incorrectly executed conversion measures; e. g. head plate connections
		disassembly	disassembly/removal of interfering elements by the user, e. g. in the case of subsequent installation
		alternating loads, dynamic loads, vibrations	connections on crane girder constructions, machine substructures, stairs, facades
2.3.5	Broken bolts/rivets	overloading	head plate connections, suspended constructions

	Damage indication	Cause	Examples, comments
2.3.6	Torn weld seams	overloading	head plate connections, suspended constructions, brackets, framework corners, foot points
<b>2.4</b>	<b>Timber constructions</b>		
2.4.1	Dampness	precipitation, condensation, leaky installations	damaged roof covering, skylights, roof conduits, thermal bridges, missing vapour barrier
2.4.2	Mould	dampness	unprotected contact of wooden beams with masonry ("beam heads")
2.4.3	Insects	lack of wood preservation	unprotected openings in roof structure
2.4.4	Loose connections	timber shrinkage, overloading, deformations in the bearing structure	connections wood on steel, e. g. joist hangers for supports, framework corners with steel fittings
2.4.5	Drying	excess cracking, embrittlement	insufficiently prepared timber, climate changes, airtightness
<b>2.5</b>	<b>Glass constructions</b>		
2.5.1	Cracks, chipping, deep scratches	mechanical damage, tension, overloading	wear and tear, unprotected edges, stone impact, incorrect suspension
2.5.2	Direct contact of glass with steel	excessive deformation, imprecise assembly	the roof construction is not suspended correctly on the glass facade
<b>2.6</b>	<b>Cable constructions</b>		
2.6.1	Splitting of strands	mechanical damage, overloading	guyed roofs
2.6.2	Leakage of filler	mechanical damage, effects of high temperatures	guying of outdoor facades
<b>3</b>	<b>Building constructions</b>		
<b>3.1</b>	<b>Pitched roofs</b>		
3.1.1	Wet, dampness	damaged or missing roof tiles, roof covering	tiled roofs after strong winds, aging tiles, loose connections and fastenings
		leaky roof windows, roof structures, chimney and ventilation shafts	damaged connections, plumbing and seals
		leaky or blocked rain drains	corroded gutters and downpipes, inlet grids blocked by leaves and dirt
<b>3.2</b>	<b>Flat roofs</b>		
3.2.1	Puddles, moss	leaky or blocked rain drains	inlets blocked by leaves and dirt
3.2.2	Ice formation	heating damaged, missing	drains and downpipes freeze up
3.2.3	Wetness, dampness on the roof underside	damaged sealing	frequent walking directly on the roof, storage of material for maintenance work
3.2.4	New roof sheeting over the old	increased roof weight, possibly impermissible for the bearing structure	increase in roof load was not inspected
3.2.5	Subsequently added planting	bearing structure not designed for the higher roof loads	increase in roof load was not inspected
3.2.6	Excessive bending	increased roof load	water-logged insulation due to damaged roof sealing, blocked rain drains and emergency overflows
3.2.7		impermissible removal of supports	removal of the central wall from double garages
3.2.8		no (functioning) emergency drainage	no emergency drainage planned or implemented, emergency drainage blocked, located at the wrong place
<b>3.3</b>	<b>Ceilings</b>		
3.3.1	Wetness, dampness on the ceiling underside	faulty installation	leaking heating, water or drainage pipes

	Damage indication	Cause	Examples, comments
3.3.2	Puddles, damp surface coverings, dampness damage in screeds	excess water exposure of the surface, damaged seal, faulty sealing system	leaky machines on production decks without adequate sealing cover, no seal against entrained water, chloride penetration from magnesite screed in reinforced concrete decks
<b>3.4</b>	<b>Outdoor basement ceilings, car parking decks</b>		
3.4.1	Puddles, damp organic residue around the drain	blocked drains	residues of flowers, leaves and twigs in gutters and pipes
3.4.2	Tyre marks, cracks and abrasion on covering and protective layers	weathering, mechanical loads	extreme loads in outdoor weathered areas and ramp areas, strongly frequented by vehicles, containers or machines
3.4.3	Damaged filled joints	wear and tear, weathering	lack of flank adhesion or insufficiently filled joint, cracks, extrusions
3.4.4	Damaged sealing connections	wear and tear, weathering, maintenance errors	missing bolts, defective surface layer
3.4.5	Lack of signage		restriction of vehicle heights or weights
<b>3.5</b>	<b>Joints</b>		
3.5.1	Dripping joints, damp patches, excessive discolouration	joint profile leaky, loose, waterlogged	poor execution, embrittlement of the joint material, poor adhesion
3.5.2	Expansion not possible	joint too small, damaged	poor execution/planning, dirt (poor maintenance)
<b>3.6</b>	<b>Crane girders</b>		
3.6.1	Excessive wear residues along the crane rail	overloading of cranes, loosened rail fastening, deformation of the load-bearing system	poor maintenance, strong deformation of the crane girder in operation, heavy horizontal deformation of the supporting elements (e. g. hall supports)
3.6.2	Missing or loose bolts	missing bolt lock	locking of bolts by pretensioning is generally not sufficient, chemical or mechanical bolt lock required
3.6.3	Damaged bearing points	dynamic load	moved or missing lining plates, broken mortar bed
<b>3.7</b>	<b>Bearings</b>		
3.7.1	Unplanned deformation, cracks, chipping	bearing path or torsion blocked, insufficient	poor implementation/planning, soil movement, subsidence, overloading, dirt (poor maintenance)
3.7.2	Expansion not possible	bearing path or torsion blocked, insufficient	poor implementation/planning, dirt (poor maintenance)
<b>3.8</b>	<b>Anchors</b>		
3.8.1	Corrosion, loosening	dampness, installation errors, material quality	poor implementation/planning, corrosion resistance
3.8.2	Chipping, cracking	overloading, installation errors, anchor type	poor implementation/planning

**Documentation of a periodic inspection according to VDI 6200:2010-02**

**Documentation no.:** \_\_\_\_\_ **Date:** \_\_\_\_\_

**Building/Construction element:** \_\_\_\_\_

**Address:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**(Special) expert:** \_\_\_\_\_

**Consequences classification acc. to Table 1** (cross as appropriate):     CC1     CC2     CC3

**Inspection intervals:** Viewing: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

Inspection: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

Examination: \_\_\_\_\_ years, last executed on \_\_\_\_\_

**Executed inspection step:**

- Inspection by an expert (inspection)
- Thorough examination by a special expert (examination)

**Reason:**

- Scheduled viewing
- Inspection following storm/heavy wind or snow
- Inspection following conversion/change of use/repair
- Inspection following extraordinary events \_\_\_\_\_

**Result:**

- No structural safety deficits discovered.
- Deficits and/or defects were discovered (explanation on separate sheet)
- Summary/measures

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Inspector:** \_\_\_\_\_

**Date and signature:** \_\_\_\_\_

**Please see separate sheet!**



## Annex G (informative)

### Test report format

#### G.1 Title page

The following items should be stated: title; date; client; and author (full name and address of engineer and/or firm).

#### G.2 Name of engineer and/or firm

The names of the people who carried out the assessment should be stated, together with those of the client's representatives and others who were in attendance.

#### G.3 Synopsis

One, or at most two pages, in plain, succinct language, should be used to summarize the problem, the significant features of investigations carried out, and the principal conclusions and recommendations, including any important reservations and/or exclusions.

#### G.4 Table of contents

The following should be included:

- a) scope of assessment;
- b) description of the structure;
- c) investigation:
  - document examined,
  - inspection items,
  - sampling and testing procedure,
  - test results;
- d) analysis;
- e) verification;
- f) discussion of evidence;
- g) review of intervention options;
- h) conclusions and recommendations;
- i) reference documents and literature;
- j) annexes.

## **G.5 Scope of assessment**

This should specify the reasons for the assessment and the scope of the work, as agreed between the client and the engineer. The procedure for the assessment should be described (see Annex B), and all activities for the assessment should be reported. The utilization plan and the safety plan should be specified.

## **G.6 Description of the structure**

The following items should be described: name, address and structural system, together with any drawings. This should be made brief and pictorial. Also, a history of the structure's original construction, subsequent alterations, past and present use should be given.

## **G.7 Investigation**

### **G.7.1 Documents examined**

The documents made available to the engineer should be listed, together with their source (e.g. clients' or solicitors' letters, drawings and/or reports by others, sent by the client).

### **G.7.2 Inspection items**

It can be important to make it clear that an adequate number of inspections were made by adequately qualified people. Any limitations on the effectiveness of the inspections, due to circumstances beyond the engineer's control, should be indicated.

### **G.7.3 Sampling and testing procedure**

The nature and number of samples taken on each occasion and the dates when such samples were taken should be stated together with the location where they were taken. The name of the laboratory should be given, together with the contractual arrangements for sampling and testing. The purpose and nature of the tests/analyses should be stated, followed by a resume of the results. Copies of the laboratory reports should be provided as an annex. In a case of load testing, the test plan and other documents should be provided in an annex.

## **G.8 Analysis**

The type of calculation carried out and the criteria against which the results have been judged should be stated. The findings should be summarised. Detailed calculations may be reproduced in an annex.

## **G.9 Verification**

The verification of structural safety and serviceability should be carried out as described in Clause 7.

## **G.10 Discussion of evidence**

As the heading indicates, this is the item under which one discusses the importance of each of the findings described under G.11 and G.12, and, in particular, their relevance to the objectives of the assessment. Any uncertainties remaining after the investigation and any needs for further checks should be stated here.

## **G.11 Review of intervention options**

The possible options of interventions should be reviewed. The estimated cost associated with each of the options may be provided.

## **G.12 Conclusions and recommendations**

### **G.12.1 Conclusions**

These should be firm and reasoned judgements reached after careful assessment of the information obtained. It is prudent to discuss briefly the accuracy and limitations of the methods employed and the true significance of the findings. Every conclusion should be based on matters contained in the preceding sections of the report.

### **G.12.2 Recommendations**

Courses of action that are available to the client as a logical follow-up to the conclusions should be briefly described. Brief ideas about the cost for the courses should also be given. The remaining working life, inspection and maintenance planning and next date for assessment should be specified.

### **G.12.3 Annexes**

The following items should be provided: drawings, photographs, laboratory reports, calculations, etc.