

Nederlandse technische afspraak

NTA 8790

(nl)

Periodieke beoordeling betrouwbaarheid van
constructieve veiligheid van bestaande
bouwwerken

Periodic assessment reliability of design
safety of existing structures

Vervangt NTA 8790:2023 Ontw.

ICS 91.010.30; 91.080.01

oktober 2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

DEZE PUBLICATIE IS AUTEURSRECHTELIJK BESCHERMD

Apart from exceptions provided by the law, nothing from this publication may be duplicated and/or published by means of photocopy, microfilm, storage in computer files or otherwise, which also applies to full or partial processing, without the written consent of Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut.

Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut shall, with the exclusion of any other beneficiary, collect payments owed by third parties for duplication and/or act in and out of law, where this authority is not transferred or falls by right to Stichting Reprorecht.

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan Stichting Reprorecht.

Although the utmost care has been taken with this publication, errors and omissions cannot be entirely excluded. Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut and/or the members of the committees therefore accept no liability, not even for direct or indirect damage, occurring due to or in relation with the application of publications issued by Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van door Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut gepubliceerde uitgaven.



© 2023 Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut
www.nen.nl

Inhoud

Voorwoord	4
1 Onderwerp en toepassingsgebied	6
2 Normatieve verwijzingen	6
3 Termen en definities	6
4 Methode	7
4.1 Doel	7
4.2 Procedure	8
5 Inventarisatie	10
5.1 Inleiding	10
5.2 Eerste plaatsbezoek	10
5.3 Verifiëren of beoordeling volgens de Omgevingsregeling noodzakelijk is	11
5.4 Vergaren van informatie	11
6 Risicogestuurde beoordeling	13
6.1 Algemeen	13
6.2 Risico-inventarisatie constructieve elementen	13
6.3 Beoordeling per constructief element.....	16
6.4 Beoordeling op diepgang	17
6.5 Aanvullende acties.....	18
7 Rapportage	20
7.1 Eindoordeel	20
7.2 Aanvulling bouwdoossier.....	21
7.3 Vastleggen aandachtspunten in beoordelingsplan	21
8 Uitvoeren herbeoordeling	23
9 Randvoorwaarden	24
9.1 Algemeen	24
9.2 (On)afhankelijkheid van het beoordelend bedrijf.....	24
9.3 Kwalificaties van het beoordelend bedrijf.....	24
9.4 Kwalificaties van uitvoerend personeel	25
Bijlage A (informatief) Inventarisatie van kwetsbare constructies en constructieve elementen	26
Bijlage B (informatief) Inschatting van de omvang van de schade	54
Bibliografie	57

Voorwoord

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 (*Verborgene gebreken? Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion*). In dit rapport doet de Onderzoeksraad aan de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) de aanbeveling om voor publiek toegankelijke gebouwen uit de gevolgklasse 3 wettelijk de eigenaren te verplichten periodiek onderzoek te laten doen naar de constructieve veiligheid van het gebouw, en zo nodig maatregelen nemen ter verbetering daarvan.

De minister heeft deze aanbeveling overgenomen en er komt een wettelijke verplichting in de bouwregelgeving. In het kader hiervan heeft NEN de opdracht van het ministerie van BZK gekregen voor het opstellen van een NTA die in de regelgeving kan worden aangewezen als beoordelingssystematiek.

Door het uitbrengen van deze NTA wordt beoogd een uniforme methode van beoordelaars van bestaande constructies te verkrijgen. Deze NTA kan door opdrachtgevers gebruikt worden voor het formuleren van een opdracht en door beoordelaars als leidraad bij de beoordeling.

Voorafgaand aan de inhoudelijke uitwerking van de NTA is een drietal bureaustudies uitgevoerd, te weten:

- Bureaustudie 1: *Inventarisatie bestaande richtlijnen, protocollen, etc.*, ten behoeve van de ontwikkeling van de NTA;
- Bureaustudie 2: *Inventarisatie van de scope*;
- Bureaustudie 3: *Inventarisatie van risicovolle constructieonderdelen*, vallend binnen de scope van de NTA.

De rapporten van deze drie studies zijn te bekijken op de website van de Rijksoverheid [1].

NTA 8790:2023 vervangt Ontw. NTA 8790:2023.

De inhoudelijke uitwerking van deze NTA is vormgegeven door een werkgroep onder aansturing van een regiegroep. Op het moment van publicatie van deze NTA waren de regiegroep en de werkgroep als volgt samengesteld:

Regiegroep:

M.H. Hermans (voorzitter)	TU Delft, Delft
W. Ankersmit	Vereniging Bouw- en Woningtoezicht Nederland, Ede
M. Balk	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Den Haag
J. Burghgraef	Burghgraef van Tiel & Partners BV, Rotterdam
B. Gieskens	VNconstructeurs, Gouda
J.P. Hielema	Rijksvastgoedbedrijf, Den Haag
P. Nourzad	Schiphol Assetmanagement, Schiphol
R. Roijackers	Adviesbureau Lüning B.V., Velp
G. Vernazzo	RAI Amsterdam, Amsterdam
M. Wienbelt	ProRail, Utrecht
S.N.M. Wijte	Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V., Rijswijk / TU Eindhoven
L. Wolfs	MECC Maastricht, Maastricht
R. van der Aa (secretaris)	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
F. Loning	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
A. Stap	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft

Werkgroep:

M. Balk	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Den Haag
W. van den Berg	Nebest B.V., Vianen
D.C.W. Bezemer	Centraal Overleg Bouwconstructies (COBc), Ede
H. Borsje	TNO, Delft
D.E.A. Bruin-Reynhout	Gemeente Alkmaar, Alkmaar
J.P. Hielema	Rijksvastgoedbedrijf, Den Haag
W. Houweling,	Arcadis Nederland B.V., Amsterdam
H.J. van Lint	Movares, Utrecht
Y. van Nes	Bureau Veritas, Rotterdam
P. Oomen	Stichting TIS-NL, Oosterhout
R. Roijackers	Adviesbureau Lüning B.V., Velp
R. Schavemaker	Intures BV, Velsen-Noord
R. Schrama	The Stadium Consultancy B.V., Naarden
T. Schrijvers	Bureau Veritas, Rotterdam
D. Sniijders	RHDHV, Amersfoort
D. Stoelhorst	Kennisportaal Constructieve Veiligheid, Gameren
W. Visser	Iv-Consult, Papendrecht
R. Warringa	Helix Technisch Advies, Gouda
S.N.M. Wijte	Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V., Rijswijk / TU Eindhoven
A. Willems	Iv-Infra, Papendrecht
R. van der Aa (secretaris)	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
F. Loning	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
A.M. Brunsting	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft

Periodieke beoordeling van de betrouwbaarheid van de constructieve veiligheid van bestaande bouwwerken

1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze Nederlandse Technische Afspraak beschrijft een methode voor het initiëel en periodiek beoordelen van de constructieve veiligheid van bestaande bouwwerken, met uitzondering van civieltechnische kunstwerken, silo's, masten en kranen.

OPMERKING 1 Het uitvoeren van deze beoordeling is volgens het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) voor een bepaalde groep bouwwerken verplicht. Hierop wordt in 5.3 nader ingegaan. De hierna beschreven beoordelingsmethode is echter ook toepasbaar bij bouwwerken waar dit niet verplicht is.

OPMERKING 2 Volgens het Bbl moeten bouwwerken in het toepassingsgebied van deze NTA in staat zijn de effecten van de fundamentele belastingscombinatie beschreven in NEN 8700 te weerstaan. Om na te gaan of een uitgebreide en specifieke toets volgens NEN 8700 noodzakelijk is, kan zoals in bijlage E van NEN 8700:2011+A1:2020 is beschreven, een routinematige beoordeling worden uitgevoerd. Deze NTA is een nadere invulling van de routinematige beoordeling van een bestaande constructie. Hierbij kan de beschreven methode een handvat zijn voor prioritering van het onderzoek naar delen van de constructie.

2 Normatieve verwijzingen

Naar de volgende documenten wordt in de tekst zo verwezen dat de bepalingen ervan geheel of gedeeltelijk ook voor dit document gelden. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde editie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste editie van het document (met inbegrip van eventuele wijzigingsbladen, correctiebladen en consolidaties) waarnaar is verwezen, van toepassing.

NEN 8700:2011+A1:2020, *Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen*

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019, *Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp*, met inbegrip van NEN-EN 1990:2019/NB:2019

NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015, *Eurocode 1 : Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen*, met inbegrip van NEN-EN 1991-1-7:2015/NB:2019

3 Termen en definities

Voor de toepassing van dit document gelden de volgende termen en definities.

3.1

bouwwerk

elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct hetzij indirect met de grond is verbonden, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren

[BRON: NEN 8700:2011+A1:2020, 1.5.1.1, gewijzigd – Opmerkingen zijn niet opgenomen.]

3.2**constructie**

systematisch samenstel van met elkaar verbonden constructieve elementen ontworpen om belastingen te dragen en voldoende stijfheid te verschaffen

3.3**constructief element**

fysisch goed te onderscheiden deel van een constructie, bijv. een kolom, een balk/ligger, een plaat, een funderingspaal of een verbinding

Opmerking 1 bij de term: Onder constructieve elementen worden dus ook bijvoorbeeld gevelbekledingspanelen verstaan die de daarop werkende windbelastingen moeten kunnen weerstaan.

3.4**opdrachtgever**

eigenaar van het bouwwerk of een partij die door de eigenaar is gedelegeerd

3.5**bouwdossier**

verzameling van bestek, tekeningen, berekeningen en (technische) rapporten van het betreffende bouwwerk, aangevuld met resultaten van uitgevoerd onderzoek en rapportages van uitgevoerde beoordelingen, onderhoud, verbouwingen en/of wijzigingen van het gebruik

4 Methode**4.1 Doel**

De in deze NTA beschreven periodieke beoordelingsmethode is bedoeld om, door onder andere het gericht uitvoeren van inspecties, met voldoende betrouwbaarheid te kunnen oordelen of de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk voldoet aan de publiekrechtelijke eisen. De vereiste mate van betrouwbaarheid, het gerechtvaardigd vertrouwen, is bepalend voor het beschreven risicogestuurd uitvoeren van deze beoordeling. Het resultaat van een afgeronde beoordeling kan zijn dat er sprake is van een gerechtvaardigd vertrouwen, of dat dit gerechtvaardigd vertrouwen (deels) niet aanwezig is.

OPMERKING Het uitvoeren van de beoordelingen zal bij relatief jonge constructies vooral gericht zijn op signalen die wijzen op de aanwezigheid van constructieve fouten die zijn ontstaan tijdens het ontwerp en/of de uitvoering. Bij oudere constructies richt de beoordeling zich meer op de gevolgen van:

- wijzigingen die gedurende de tijd aan het bouwwerk zijn uitgevoerd;
- gewijzigde eisen aan de constructie;
- gewijzigde interne en externe omstandigheden die tot een wijziging van de belastingen op de constructies kunnen leiden;
- degradatie van materialen;
- veranderd inzicht over de kwaliteit van bepaalde constructieve toepassingen.

4.2 Procedure

4.2.1 Inleiding

De beoordeling of de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk voldoet aan de publiekrechtelijke eisen wordt risicogestuurd uitgevoerd. Dit betekent dat de beoordeling zich vooral concentreert op die elementen waarvan bij het bezwijken ervan, het risico voor de veiligheid van personen groot wordt geacht. Dit betekent ook dat niet per definitie alle afzonderlijke constructieve elementen volledig beoordeeld zullen worden.

Het risico met betrekking tot een element wordt onder andere bepaald door:

- de mate van waarschijnlijkheid dat het element niet voldoet aan de geldende eisen en voorschriften;
- de potentiële ernst in termen van gevaar voor personen in het geval dat het element bezwijkt.

Als de omvang van het risico nog niet of onvoldoende ingeschat kan worden, is nader onderzoek nodig.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de initiële beoordeling en de daarop volgende periodieke herbeoordelingen.

OPMERKING De risicogestuurde aanpak zorgt ervoor dat de diepgang van het onderzoek proportioneel is aan de potentiële ernst in termen van gevaar voor personen. Hiermee wordt voorkomen dat alle elementen van de constructie uitgebreid moeten worden beoordeeld, ook als de voor personen optredende risico's bij het bezwijken van het betreffende elementen klein zijn.

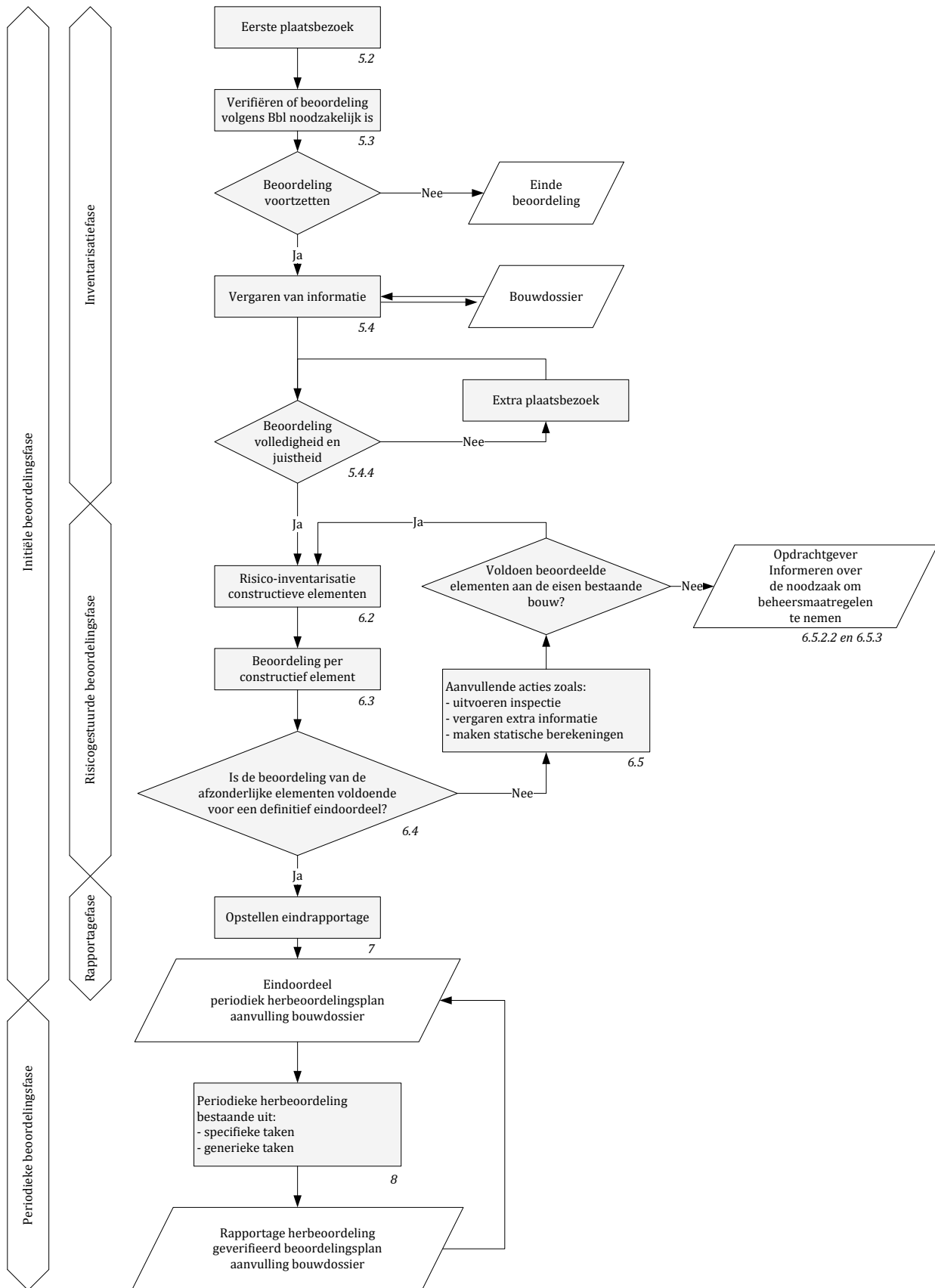
4.2.2 Beoordeling

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de beoordelingsprocedure. Deze beoordelingsprocedure bestaat uit een initiële beoordelingsfase en een periodieke beoordelingsfase. De initiële beoordelingsfase is vervolgens onderverdeeld in de volgende drie fasen:

- Inventarisatie: in deze fase wordt informatie verzameld over het bouwwerk en de constructie.
- Risicogestuurde beoordeling: in deze fase worden de risico's per constructief element geïnventariseerd en beoordeeld. De beoordeling wordt afgerond als voor alle relevante constructieve elementen de conclusie voldoende definitief is.
- Rapportage: in deze fase worden de bevindingen van de initiële beoordeling vastgelegd en wordt een plan opgesteld voor het uitvoeren van een periodieke herbeoordeling om de constructieve betrouwbaarheid over een langere periode te bewaken.

Deze drie fasen worden nader beschreven in de hoofdstukken 5, 6 en 7.

De periodieke herbeoordelingsfase, beschreven in hoofdstuk 8, vindt plaats ná een initiële beoordeling. De frequentie en aandachtspunten van de periodieke herbeoordelingen volgen uit de eerdere beoordelingen.



Figuur 1 — Schema beoordeling

5 Inventarisatie

5.1 Inleiding

Het doel van de inventarisatie is het verzamelen van alle beschikbare relevante informatie over het bouwwerk en zijn constructie en het beoordelen van de volledigheid daarvan. De relevante informatie van de constructie bevat, indien beschikbaar, ten minste:

- de geometrie;
- de opzet en gehanteerde schematisering van de draagconstructie;
- de op bouwwerkniveau van toepassing zijnde gevolgklasse;
- de bij het ontwerp aangehouden belastingen;
- de toegepaste materialen;
- de toegepaste details.

De inventarisatie bestaat uit een plaatsbezoek voor beeldvorming en het uitvoeren van een dossieronderzoek.

5.2 Eerste plaatsbezoek

Het eerste plaatsbezoek wordt beschouwd als een verkennend onderzoek. Hierbij wordt een algemene indruk van het bouwwerk en van de constructie verkregen. Zo kan direct een goed beeld van de bestaande bouw en van mogelijke aandachtspunten worden verkregen.

Tijdens het plaatsbezoek kan de volgende informatie worden verzameld:

- foto's van het bouwwerk, zowel buiten als binnen;
- schetsen van het bouwwerk (plattegronden, doorsnedes en details);
- informatie over en nadere controle van het huidige gebruik en functie van het bouwwerk;
- ter plaatse beschikbare ontwerpdocumenten;
- informatie over de omgeving en aansluiting op belendingen;
- informatie over en nadere controle van uitgevoerde verbouwingen en gewijzigde omstandigheden in de nabijheid van het bouwwerk;
- eerste indruk van de staat van de constructie en van eventuele onvolkomenheden en/of beschadigingen verkregen uit een observatie en overleg met opdrachtgever;
- contactgegevens van opdrachtgever met mogelijk toegang tot bestaande archieven of andere relevante informatie.

5.3 Verifiëren of beoordeling volgens de Omgevingsregeling noodzakelijk is

In artikel 5.61 van de Omgevingsregeling (Bbl) is beschreven voor welke bouwwerken een periodieke beoordeling van de constructieve veiligheid moet worden uitgevoerd. Als uitwerking van artikel 5.62 en 5.63 van de Omgevingsregeling (Bbl) kan van een initiële en periodieke beoordeling worden afgezien als uit het doorlopen van de in 6.2.3 beschreven procedures blijkt dat bij het bezwijken van een constructief element in een bouwwerk niet meer dan 500 personen gelijktijdig gevaar lopen. Bij het beoordelen of meer dan 500 personen gelijktijdig gevaar lopen, moet zo nodig rekening zijn gehouden met een mogelijk voortschrijdende instorting.

OPMERKING Bij de bepaling van het aantal personen kan worden uitgegaan van regulier gebruik van het bouwwerk of de ruimte. Een eigenaar van een bouwwerk kan informatie over het aantal personen dat in het bouwwerk of in een ruimte aanwezig mag zijn, ontlenen aan de in paragraaf 6.1.2 van het Bbl beschreven gebruiksmelding brandveilig gebruik.

5.4 Vergaren van informatie

5.4.1 Algemeen

Ontwerp- en inspectiedocumenten bevatten belangrijke informatie die nodig is voor een grondige beoordeling van een bestaande constructie. Tijdens het vergaren van informatie wordt alle beschikbare relevante informatie over het bouwwerk verzameld. Er wordt geïnventariseerd welke informatie beschikbaar is en uit welke informatiebronnen deze informatie afkomstig is en tot slot of deze informatie volledig is.

Beoordeel de volledigheid, kwaliteit en relevantie van de beschikbare informatie van het bouwwerk en de constructie. Er moet gecontroleerd worden of de documenten correct en actueel zijn. Mogelijke interventies aan de constructie moeten in beeld gebracht worden.

Een nevenaspect hierbij is het zo nodig op orde krijgen van het bouwdoossier.

Indien noodzakelijk kan aanvullende informatie in de vervolgstappen verzameld worden.

5.4.2 Informatiebronnen

Archieven kunnen mogelijk geraadpleegd worden bij de volgende partijen:

- de eigenaar van het bouwwerk (incl. recente wijzigingen/verbouwingen);
- de gemeente (vergunningen en archief);
- de architect;
- de constructeur(s);
- de hoofdaannemer;
- de onderaannemer(s).

5.4.3 Relevante stukken

De volgende stukken kunnen relevante informatie bevatten:

- vergunningen;
- tekeningen;
- constructieve berekeningen;
- bestekken;
- geotechnische rapporten;
- uitvoeringsdocumenten zoals werkplannen en afwijdingsrapporten;
- inspectierapporten;
- schaderapporten;
- onderhoudsrapporten;
- fotomateriaal;
- verslagen van beheerders of gebruikers.

5.4.4 Beoordeling van volledigheid en juistheid

Als de inhoud van de beschikbare informatie inhoudelijk bekend is, moet nagegaan worden of deze volledig en juist is. Hierbij moet met name gekeken worden naar:

- de constructieve opzet en de eigenschappen van de relevante constructieve elementen;
- het feitelijke gebruik van het bouwwerk en de constructie;
- eventuele wijzigingen in het bouwwerk en de constructie ten gevolge van verbouwingen en/of uitbreidingen.

Een extra plaatsbezoek is verplicht als het eerste plaatsbezoek onvoldoende informatie geeft om de juistheid van het bouwdoosier te kunnen beoordelen. In het geval dat volgens 5.3 een beoordeling volgens de Omgevingsregeling noodzakelijk is, moet onverlet het voorgaande, altijd tenminste één extra plaatsbezoek zijn uitgevoerd om de beoordeling van volledigheid en juistheid op een voldoende wijze te onderbouwen.

De beoordeling van de volledigheid van het bouwdoosier moet worden vastgelegd, zodat het duidelijk is waar, als daar sprake van is, onvoldoende informatie beschikbaar is. De volledigheid van het bouwdoosier kan mede bepalend zijn bij de risico-inschatting van een constructief element.

OPMERKING De volledigheid en juistheid van het bouwdoosier zijn van belang bij de risicogestuurde beoordeling. Zoals in A.1.2.5 is beschreven, is er in het geval dat het bouwdoosier en de feitelijke constructie niet met elkaar overeenkomen sprake van een extra risico dat bij de risico-inventarisatie zal worden meegenomen.

6 Risicogestuurde beoordeling

6.1 Algemeen

Bij de risicogestuurde beoordeling wordt, op basis van de beschikbare informatie, de kans dat de constructieve veiligheid van een constructie of een element daarin niet voldoet aan de publiekrechtelijke eisen en de gevolgen van het falen van de constructie, in termen van aantal bedreigde mensenlevens dat verbonden is aan het falen van de constructie en zijn afzonderlijke elementen, geïnterpreteerd en daarna beoordeeld.

De beoogde maximale faalkans van de constructieve elementen is afhankelijk van de classificatie naar gevolgklasse in NEN-EN 1990 of NEN 8700; bij de gebruikte set aan partiële factoren per gevolgklasse hoort namelijk een faalkanseis. De faalkans kan in de praktijk anders zijn dan bedoeld in de voornoemde normen door ontwerp- of uitvoeringsfouten of andere oorzaken zoals deze kunnen blijken uit inspecties en controleberekeningen, zie 6.2.2.

De bedoeling van de in de volgende paragrafen beschreven risico-inventarisatie is het vinden van constructies waarin zich situaties voordoen waarbij de constructieve elementen een grotere faalkans hebben dan bedoeld in NEN-EN 1990 of NEN 8700. Bijvoorbeeld ten gevolge van fouten in het ontwerp en/of de uitvoering of door achteruitgang ten gevolge van veroudering. In deze gevallen zal de faalkans van de betreffende constructieve elementen vooral bepaald worden door de mate van geconstateerde afwijking en minder door het normvoorschrift bij ontwerp. Daarom wordt in het vervolg van deze NTA primair gekozen voor een set maatregelen op basis van de mate van waarschijnlijkheid dat constructieve elementen niet voldoen aan de eisen van NEN 8700 in combinatie met de ernst in termen van gevaar voor mensen, uitgedrukt in het aantal personen dat hierdoor direct, dan wel indirect bedreigd wordt. Dit dient tot doel om tot een risicogestuurde prioritering te komen in het kader van deze NTA.

6.2 Risico-inventarisatie constructieve elementen

6.2.1 Doel risico-inventarisatie constructieve elementen

Het doel van de risico-inventarisatie van de constructieve elementen is, in kwalitatieve zin, inzicht te verkrijgen in het risico voor personen dat samenhangt met het mogelijk bezwijken van een constructief element. Dit risico wordt in deze NTA primair afhankelijk gesteld van de mogelijkheid dat afzonderlijke constructieve elementen niet voldoen aan de eisen van NEN 8700 en de potentiële ernst in termen van gevaar voor mensen uitgedrukt in het aantal personen dat hierdoor direct, dan wel indirect bedreigd wordt. Het aantal indirect bedreigde personen wordt afgeleid uit een inschatting van de omvang van de schade die zou ontstaan na het bezwijken van een afzonderlijk element.

Als eerst moet bij de inventarisatie van de constructieve elementen het constructieve systeem worden beschreven. In de inventarisatie moet worden vastgesteld:

- uit welke constructieve elementen het constructieve systeem is samengesteld;
- hoe de verticale belastingen door het systeem naar de fundering worden afgedragen;
- hoe de horizontale belastingen door het systeem naar de fundering worden afgedragen;
- op welke wijze buitengewone belastingen kunnen worden weerstaan.

6.2.2 Inschatting mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700

De inschatting van de mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700 wordt gecategoriseerd als:

- in grote mate aanwezig;
- middelmatig aanwezig;
- in geringe mate aanwezig;
- of nauwelijks aanwezig.

Het uitgangspunt bij de inschatting van de mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700, is dat de constructie volgens de toen geldende voorschriften en/of inzichten correct is ontworpen en uitgevoerd. Op basis daarvan wordt als startpunt de inschatting gecategoriseerd als 'in geringe mate aanwezig'.

Er zijn factoren die de inschatting van de mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700 positief dan wel negatief kunnen beïnvloeden. Er moet worden beoordeeld of de genoemde positieve en negatieve factoren de kwalitatieve inschatting naar boven of beneden doen aanpassen. Factoren die kunnen leiden tot een aanpassing van de inschatting in positieve en/of negatieve zin, zijn onder andere:

- constructieve fouten:
 - ontwerp- en/of uitvoeringsfouten;
 - wijzigingen van de belasting op de constructie;
 - nieuw verkregen inzicht uit andere constructieve schades.
- nieuwe innovatieve constructies en/of materialen;
- het ontbreken van voldoende informatie;
- ouderdom:
 - voorziene veroudering;
 - onvoorziene veroudering;
 - vermoeiingsschade.
- menselijk ingrijpen;
- natuurlijke oorzaken;
- (nader) onderzoek:
 - inspecties;
 - testen.

- verandering van rekenregels;
- bewezen sterkte.

OPMERKING Voorbeelden van bovenstaande situaties staan in A.1.

6.2.3 Inschatting van het aantal bedreigde personen

6.2.3.1 Bepaling van het totaal aantal bedreigde personen

De gevolgen van het bezwijken van het geheel of een deel van een constructie hangen af van het totaal aantal personen dat door dit bezwijken bedreigd wordt. Zie tabel 1 voor de bepaling van de gevolgclassificaties van het bezwijken van het geheel of een deel van een constructie.

Tabel 1 — Gevolgclassificaties

Gevolgclassificatie	Totaal aantal personen dat bedreigd wordt
Zeer groot	≥ 500 personen
Groot	50 tot 500 personen
Gemiddeld	11 tot 50 personen
Klein	≤ 10 personen

Het totaal aantal personen dat bedreigd wordt, wordt bepaald door het aantal personen dat direct wordt bedreigd bij het bezwijken van het beschouwde element en het aantal personen dat indirect wordt bedreigd bij het uitbreiden van de schade na het bezwijken van het beschouwde element.

OPMERKING 1 Als alternatief voor de gevolgclassificatie in tabel 1 kan ook een indeling met gevolgklassen worden gemaakt. Hiervoor kunnen respectievelijk CC3, CC2b, CC2a en CC1b worden gebruikt, zoals beschreven NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991-1-7. Hierbij moet de gevolgklasse per element worden beschouwd, zoals beschreven in B.3.1 (3) van NEN 8700:2011+A1:2020.

OPMERKING 2 In het geval van het bezwijken van het geheel of een deel van een constructie betreft dit het aantal mensen dat mogelijk aanwezig kan zijn in de nabijheid van de constructie die bezwijkt. Deze kunnen zich zowel boven, onder of naast de bezwijkende constructie bevinden.

OPMERKING 3 In het geval van vluchtwegen wordt niet enkel gekeken naar het aantal mensen dat zich nabij de vluchtwegen kan bevinden ten tijde van het bezwijken ervan, maar ook naar het aantal mensen dat in geval van nood van de vluchtweg gebruik zou moeten maken

6.2.3.2 Bepaling van het aantal direct bedreigde personen

Het aantal direct bedreigde personen kan bepaald worden door het aantal personen te beschouwen dat bij regulier gebruik aanwezig zal zijn en bedreigd wordt door het bezwijken van alleen het beschouwde element. Het betreft personen die zich op het moment van bezwijken van een vloer- of dakconstructie direct op en onder, of in het geval van een wand direct naast de beschouwde constructie bevinden.

6.2.3.3 Bepaling van het aantal indirect bedreigde personen

Als een constructief element bezwijkt, is het mogelijk dat de omvang van de daardoor veroorzaakte schade niet beperkt blijft tot alleen het element. Bijvoorbeeld bij het bezwijken van een dragende balk zullen de daarop opgelegde platen waarschijnlijk ook bezwijken. Op basis van de opbouw van de constructie en de wijze waarop verticale en horizontale krachten naar de fundering worden afgeleid, kan de omvang van de schade globaal worden bepaald. In welke mate deze schadeomvang daadwerkelijk optreedt, wordt mede bepaald door de mogelijkheid dat krachten kunnen worden herverdeeld en dat er alternatieve wijzen van belastingafdracht mogelijk zijn. Deze aspecten tezamen kunnen worden bepaald met een inschatting van de mate van voortschrijden van bezwijken. Het inschatten van de mate van voortschrijden van bezwijken is beschreven in bijlage B.

Het aantal indirect bedreigde personen kan worden bepaald uit een inschatting van het aantal personen dat bij regulier gebruik aanwezig kan zijn binnen het bepaalde schadegebied.

OPMERKING 1 De robuustheid van een constructie wordt behandeld in NEN-EN 1990 en in NEN-EN 1991-1-7.

OPMERKING 2 Als het bezwijken van een specifiek element tot disproportionele schade zal leiden, kan dit element vanuit de benaderingswijze in NEN-EN 1991-1-7 ten aanzien van robuustheid beschouwd worden als een 'kritisch element'. Als een element in het ontwerp als kritisch is beschouwd, heeft het mogelijk een relatief hogere weerstand gekregen dan strikt noodzakelijk zou zijn geweest. Het is echter niet vanzelfsprekend dat dit ook daadwerkelijk zo is. Juist die (kritische) elementen waarvan het bezwijken zou leiden tot voortschrijden van het bezwijken, hebben bij de beoordeling meer dan gemiddelde aandacht nodig.

6.3 Beoordeling per constructief element

De beoordeling gebeurt op het niveau van afzonderlijke constructieve elementen mits rekening wordt gehouden met voortgaand bezwijken.

De te nemen maatregelen volgen uit de mate van waarschijnlijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700 en de potentiële ernst in termen van gevaar voor mensen, uitgedrukt in het totaal aantal personen dat bedreigd wordt in het geval het element bezwijkt. De inschatting van de mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700 is beschreven in 6.2.2. De inschatting van het totaal aantal bedreigende personen is beschreven in 6.2.3.

De risicoclassificatie, zie tabel 3, per geheel of deel van een constructie volgt uit de risicomatrix in tabel 2. Hierbij wordt primair gekeken naar de mogelijkheid dat het betreffende constructieve element niet voldoet aan NEN 8700 en het totaal aantal personen dat wordt bedreigd in het geval van bezwijken van het beschouwde element.

De acties worden geclassificeerd volgens de aanduiding in tabel 3. De classificatie gebeurt op het niveau van het bezwijken van een geheel of een deel van een constructie, volgend uit het bezwijken van een element. In tabel 3 is eveneens de bij het bepaalde risico behorende aanbevolen actie beschreven.

Tabel 2 — Risicomatrix

Totaal aantal bedreigde personen	Inschatting mogelijkheid dat een element niet voldoet aan NEN 8700			
	nauwelijks	in geringe mate	middelmatig	in grote mate
Zeer groot (≥ 500)	[L]	[G]	[H]	[ZH]
Groot (> 50)	[L]	[G]	[H]	[H]
Gemiddeld (11 tot 50)	[L]	[L]	[G]	[H]
Klein (≤ 10)	[L]	[L]	[L]	[G]

OPMERKING De letters en kleuren komen overeen met tabel 3 en tabel 4.

Tabel 3 — Classificatie

Classificatie	Actie tijdens beoordeling
Laag risico [L]	Er zijn geen verdere acties noodzakelijk.
Gemiddeld risico [G]	Er wordt aanbevolen aanvullend onderzoek uit te voeren om de risico-inschatting te verbeteren.
Hoog risico [H]	Er is aanvullend onderzoek nodig om de risico-inschatting te verbeteren.
Zeer hoog risico [ZH]	Er is aanvullend onderzoek nodig om de risico-inschatting te verbeteren. Als de risico-inschatting niet verlaagd kan worden, moet de opdrachtgever worden geïnformeerd dat er beheersmaatregelen moeten worden getroffen om het risico te verminderen en dat het bevoegd gezag hierover moet worden ingelicht.

OPMERKING Een 'zeer hoog risico' is enkel aanvaardbaar voor een korte (onderzoeks)periode, waarin het risico nader geduid kan worden.

6.4 Beoordeling op diepgang

Bij de beoordeling op diepgang wordt bepaald of het onderzoek de diepgang heeft bereikt om met voldoende zekerheid te kunnen oordelen of de constructieve veiligheid van het beoordeelde bestaande bouwwerk voldoet aan de publiekrechtelijke eisen en hoe groot de mogelijke constructieve risico's zijn.

Als bij de eerste beoordeling uit 6.3 volgt dat aanvullend onderzoek nodig is, dan moet de beoordelingsprocedure worden voortgezet door het uitvoeren van aanvullende acties (zie 6.5) waarna de risico-inventarisatie en de beoordeling nogmaals worden uitgevoerd.

Als bij de (eerste) beoordeling voldoende diepgang is bereikt, dan kan de beoordelingsprocedure worden afgesloten met het eindoordeel.

Als bij de (eerste) beoordeling onvoldoende diepgang is bereikt, dan moet de beoordelingsprocedure worden voortgezet door het uitvoeren van aanvullende acties (zie 6.5) waarna de inventarisatie en de beoordeling nogmaals worden uitgevoerd.

Deze beoordelingsprocedure moet worden voortgezet totdat de beoordeling voldoende definitief is. De beoordeling is voldoende definitief als:

- de classificatie (tabel 3) voldoende laag is en het aannemelijk is dat deze niet hoger ingeschat kan worden;
- of het aannemelijk is dat na het verkrijgen van meer informatie de classificatie (tabel 3) niet verlaagd kan worden.

6.5 Aanvullende acties

6.5.1 Algemeen

Door het uitvoeren van aanvullende acties is het mogelijk om de inschatting dat een element niet voldoet aan NEN 8700 te wijzigen op basis van verkregen aanvullende informatie en inzichten.

Aanvullende acties kunnen bestaan uit bijvoorbeeld:

- het uitvoeren van inspecties;
- het uitvoeren van controleberekeningen;
- het uitvoeren van (materiaal)onderzoeken.

De beoordelaar moet de keuze van de aanvullende actie, de combinatie van aanvullende acties, of het niet uitvoeren van een aanvullende actie, onderbouwen uitgaande van het te beoordelen mogelijke gebrek.

De impact van deze aanvullende acties behoort afgewogen te worden tegen de impact van het nemen van beheersmaatregelen.

Onder de impact van de aanvullende acties wordt verstaan de kosten en de tijd die nodig zijn om het onderzoek uit te voeren en de mogelijke schade die hierbij optreedt of de hinder die dit geeft. Dit alles gegeven de (on)zekerheid dat het uitvoeren van de actie tot een herziening van de risicoclassificatie leidt.

Zowel voor de inspecties, de controleberekeningen als voor de (materiaal)onderzoeken geldt dat deze proportioneel worden ingezet. Er wordt gewerkt van grof naar fijn, al naar gelang de gevonden of vermoede risico's.

OPMERKING Het uitvoeren van inspecties bij constructieve elementen die goed zichtbaar zijn, is een eenvoudig uit te voeren aanvullende actie.

6.5.2 Inspectie

6.5.2.1 Doel van de inspectie

Het doel van het uitvoeren van een inspectie of detailonderzoek is om meer of een beter inzicht te krijgen in de actuele staat van een constructief element. Door een inspectie of detailonderzoek kan de inschatting dat een constructief element niet voldoet aan NEN 8700 onderbouwd lager uitvallen. Bij een inspectie of detailonderzoek kunnen echter ook zaken naar voren komen die ertoe leiden dat de inschatting juist hoger uitvalt.

6.5.2.2 Opstellen van een inspectieplan

Voorafgaand aan het uitvoeren van een inspectie of detailonderzoek moet een inspectieplan worden opgesteld waarin het volgende beschreven is:

- welke elementen beschouwd worden;
- op welke aspecten beschouwd wordt;
- wat de diepgang van de inspectie is;
- welke nauwkeurigheid van metingen noodzakelijk is;
- of het onderzoek destructief of non-destructief is;
- of er bestaande (bouwkundige) afwerkingen aangetast zullen worden om de inspectie mogelijk te maken en welk herstel dan noodzakelijk is;
- welk materiaal en materieel nodig is voor de inspectie;
- hoe de inspectie veilig kan plaatsvinden.

Nadere aanwijzingen voor het uitvoeren van inspecties zijn opgenomen in E.7 van NEN 8700:2011+A1:2020.

OPMERKING De beoordeling van de constructieve elementen volgens 6.3 en de bijbehorende acties uit tabel 2 zijn leidend bij de beoordeling van de noodzaak om een inspectie of detailonderzoek uit te voeren. Dit is met name van belang bij het onderzoek naar niet-zichtbare constructieve elementen, die niet zonder (bouwkundige) afwerking te beschadigen onderzocht kunnen worden. Hoe hoger de risicoclassificatie, hoe hoger de noodzaak om met dit onderzoek meer zekerheid te krijgen.

6.5.2.3 Uitvoeren van een inspectie of detailonderzoek

De inspecties en de detailonderzoeken worden uitgevoerd door gespecialiseerde personen of bedrijven met de juiste kennis en ervaring. Voor de meer generieke onderzoeken en inspecties kan dit veelal worden gedaan door de bureaus of personen die (periodieke) beoordelingen uitvoeren. Voor de meer specialistische inspecties zullen veelal derde partijen met specifieke kennis aangesteld worden.

Mocht op basis van de inspectie er (ernstig) aan getwijfeld worden of een constructief element voldoet aan de eisen voor bestaande bouw, dan moet de opdrachtgever geïnformeerd worden over de noodzaak dat er beheersmaatregelen worden getroffen om het risico te verminderen en dat het bevoegd gezag hierover moet worden geïnformeerd.

OPMERKING De eisen voor bestaande bouw volgen uit het afkeurniveau in NEN 8700.

6.5.2.4 Rapportage van een inspectie of detailonderzoek

Na het uitvoeren van een inspectie of detailonderzoek moet een verslag van de bevindingen worden opgesteld. Hieruit moet blijken:

- wat het doel was van de inspectie of het detailonderzoek;
- wie deze heeft uitgevoerd;
- wanneer deze heeft plaatsgevonden;
- welke elementen beschouwd zijn;
- wat de bevindingen waren;
- welke conclusies en aanbevelingen hieruit kunnen worden getrokken.

Het verslag van de inspectie of het detailonderzoek moet worden toegevoegd aan het bouwdoossier.

6.5.3 Verificatie middels berekeningen

Om te kunnen inschatten of een constructief element voldoet aan NEN 8700 kunnen aanvullende berekeningen worden gemaakt. Ook kunnen de berekeningen inzicht geven in de mate van vervormingscapaciteit en robuustheid van de beschouwde constructie.

De berekeningen kunnen gemaakt worden van grotere constructieve systemen, van individuele elementen en van constructieve details.

Mocht op basis van aanvullende statische berekeningen blijken dat een constructief element niet aan de eisen voor bestaande bouw voldoet, dan moet de opdrachtgever geïnformeerd worden dat er beheersmaatregelen moeten worden getroffen om het risico te verminderen en dat het bevoegd gezag hierover moet worden geïnformeerd.

Nadere aanwijzingen voor het uitvoeren van berekening zijn opgenomen in E.5 van NEN 8700:2011+A1:2020.

OPMERKING De eisen voor bestaande bouw volgen uit NEN 8700.

7 Rapportage

7.1 Eindoordeel

Het afronden van het onderzoek leidt tot de constatering van een gerechtvaardigd vertrouwen in de constructieve veiligheid van het bouwwerk, behalve bij de onderdelen waar de risico's als hoog of zeer hoog blijven geclassificeerd.

Het onderzoek naar de constructieve veiligheid wordt vastgelegd in een eindrapport. Het eindrapport bevat de bevindingen, de beoordeling en conclusies over de constructieve veiligheid en de mogelijke bevindingen naar risico's. Bij de beoordeling worden de risico's en de keuzes voor aanvullende acties onderbouwd.

De vastlegging in het rapport betreft een momentopname (nulmeting) van de inschatting van de constructieve veiligheid. Deze momentopname blijft geldig bij ongewijzigde omstandigheden. Met periodieke herbeoordelingen kan deze inschatting worden gecontinueerd.

7.2 Aanvulling bouwdoossier

Het opgebouwde dossier is van grote waarde voor het blijven borgen van de constructieve veiligheid. Op basis van het dossier kan in de toekomst eenvoudiger een herbeoordeling plaatsvinden. Ook kan het dossier gebruikt worden bij mogelijke verbouwingen. Daarnaast kan het dossier gebruikt worden om degradatie van constructieve elementen te monitoren.

De onderstaande items zijn voor het bouwdoossier van belang:

- tekeningen;
- (3D-)modellen;
- originele berekeningen;
- controleberekeningen;
- foto's;
- schetsen;
- alle inspectie- en schaderapporten;
- resultaten en data aanvullende onderzoeken:
 - windtunnelonderzoeken;
 - materiaaltesten;
 - andere (niet-)destructieve onderzoeken.

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

7.3 Vastleggen aandachtspunten in beoordelingsplan

7.3.1 Aandachtspunten bij periodieke herbeoordelingen

Bij de periodieke herbeoordelingen moeten specifieke en generieke taken worden uitgevoerd. De benodigde frequentie van de taken staan in 7.3.2 en 7.3.3.

Alle risico's die in de beoordelingsfase onderkend zijn en/of die in de loop der tijd kunnen toenemen (door blootstelling aan de (weers)elementen, veroudering, degeneratie en andere aspecten) moeten als zodanig worden benoemd in het eindrapport, ongeacht de hoogte van de risicoclassificatie. Hierbij moet per beschouwd risico én per element worden vastgelegd op welke specifieke aspecten bij een periodieke herbeoordeling gelet moet worden. Dit zijn de specifieke taken.

De periodieke herbeoordelingen zijn ook bedoeld om na te gaan of er gedurende de jaren wijzigingen hebben plaatsgevonden in het gebruik van het bouwwerk of mogelijk aanpassingen aan het bouwwerk en/of zijn omgeving zijn uitgevoerd die het risicoprofiel van het bouwwerk beïnvloeden. Ook is het mogelijk dat eerdere risico's onvoldoende adequaat zijn ingeschat en/of dat er na verloop van tijd meer aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van constructieve schade en/of onvoldoende weerstand, zodat de inschatting van deze eerdere risico's naar boven moet worden bijgesteld. Dit zijn de generieke taken.

7.3.2 Frequentie van specifieke taken

De herbeoordelingen zijn bedoeld om specifieke onderkende risico's te monitoren en te borgen dat de risico's na verloop van tijd niet groter worden. De risicobeoordeling heeft vastgelegd hoe groot de inschatting is dat een element niet voldoet aan NEN 8700. Tabel 4 benoemt de specifieke taken behorend bij de uiteindelijke risicoclassificaties.

Tabel 4 — Beschrijving van specifieke taken

Risicoclassificatie	Specifieke taken
Laag risico [L]	Er zijn in de regel geen specifieke taken vereist.
Gemiddeld risico [G]	Eens per 5 tot 10 jaar is een uitvoering van de specifieke taken vereist. Het eindrapport van het onderzoek moet nader vastleggen met welke frequentie deze specifieke taken moeten zijn uitgevoerd om de risico's te kunnen monitoren. Hierbij behoort rekening te worden gehouden met blootstelling aan de (weers)elementen, veroudering, degeneratie en andere aspecten die de kans op bezwijken in de loop van de tijd kunnen beïnvloeden.
Hoog risico [H]	Eens per 3 tot 5 jaar is een uitvoering van de specifieke taken vereist. Het eindrapport van het onderzoek moet nader vastleggen met welke frequentie deze taken moeten zijn uitgevoerd om de risico's te kunnen monitoren. Hierbij behoort rekening te worden gehouden met blootstelling aan de (weers)elementen, veroudering, degeneratie en andere aspecten die de kans op bezwijken in de loop van de tijd kunnen beïnvloeden.
Zeer Hoog risico [ZH]	De opdrachtgever moet gemeld worden dat er beheersmaatregelen moeten worden genomen om deze risico's naar een aanvaardbaar niveau te krijgen.

7.3.3 Frequentie van generieke taken

Ongeacht eerdergenoemde frequenties van specifieke taken moet ten minste ééns per 10 jaar een generieke taak worden uitgevoerd waarbij de hiervoor genoemde aspecten worden beschouwd en nagegaan wordt of het beoordelingsplan nog valide is. De noodzaak van het uitvoeren van deze generieke taak moet worden vastgelegd in het eindrapport.

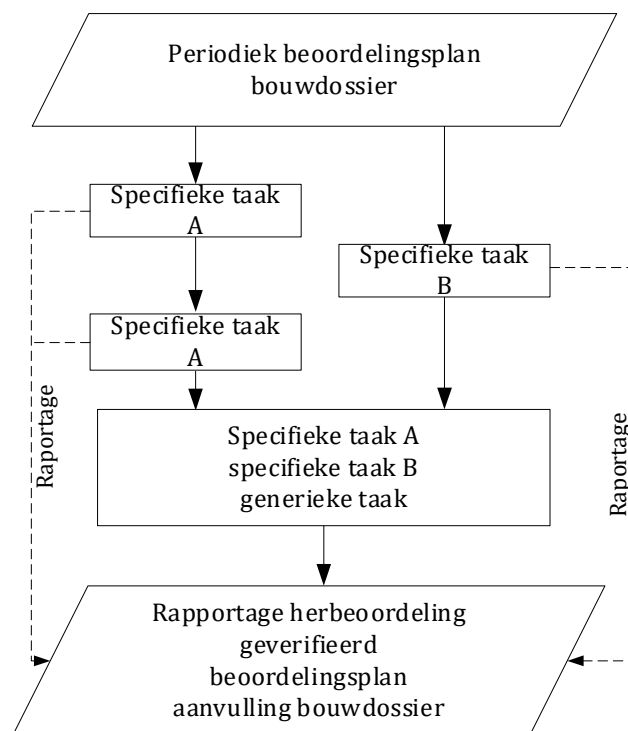
8 Uitvoeren herbeoordeling

Alle specifieke en generieke taken die in het beoordelingsplan zijn beschreven, moeten met de aangegeven frequenties worden uitgevoerd. De bevindingen van de beoordeling worden gedocumenteerd en toegevoegd aan het bouwdoossier. Daar waar nodig wordt actie genomen op geconstateerde non-conformiteiten.

Het is mogelijk dat verschillende taken met verschillende frequenties worden voorgeschreven. Wel is het zaak om regelmatig, bij het uitvoeren van de generieke taak, het geheel te overzien en daarbij na te gaan of het beoordelingsplan nog adequaat is.

Een gedetailleerd schema van de herbeoordelingsfase is in figuur 2 opgenomen. Hierin is aangegeven dat de verschillende taken met een verschillende frequentie kunnen worden uitgevoerd. Ook is aangegeven dat na het uitvoeren van de generieke taak naast een volledige rapportage ook het beoordelingsplan weer geverifieerd is en het bouwdoossier is aangevuld met alle uit de herbeoordelingen beschikbaar gekomen informatie.

De beoordelings- en rapportagefase van de periodieke herbeoordeling zijn grotendeels gelijk aan die bij de initiële beoordeling.



Figuur 2 — Schema periodieke herbeoordeling

9 Randvoorwaarden

9.1 Algemeen

Bij bouwwerken, waar de beoordeling conform artikel 5.61 van het Bbl vereist is, gelden aanvullende regels ten opzichte van wat hierna in 9.2, 9.3 en 9.4 is gesteld. Zie hiervoor artikel 5.64 van het Bbl.

9.2 (On)afhankelijkheid van het beoordelend bedrijf

Het beoordelend bedrijf moet borgen dat de beoordeling voldoende onafhankelijk kan worden uitgevoerd.

Er moet transparantie zijn over mogelijke eerdere betrokkenheid van de deskundige organisatie. Een organisatie die verantwoordelijk is geweest voor het ontwerp wordt voor de beoordeling niet als onafhankelijk beschouwd. Een organisatie die betrokken is geweest tijdens het gebruik van het bouwwerk heeft vaak meer diepgaande kennis van het bouwwerk. Maar het beoordelend bedrijf moet zich ervan vergewissen dat deze organisatie haar werk onafhankelijk uitvoert. Een organisatie zonder enige eerdere betrokkenheid kan onbevooroordeeld de beoordeling uitvoeren. Deze organisatie zal wellicht meer inspanning moeten plegen om het bouwwerk met haar geschiedenis te doorgronden.

9.3 Kwalificaties van het beoordelend bedrijf

Het beoordelend bedrijf die de beoordeling van de betrouwbaarheid van de constructieve veiligheid van het bestaande bouwwerk uitvoert, moet voldoende deskundig zijn.

Het beoordelend bedrijf behoort te beschikken over:

- recente ervaring in het ontwerpen of beoordelen van het betreffende type bouwwerk;
- voldoende personeel met de juiste kwalificaties op de diverse deelaspecten als:
 - het beoordelen van bestaande bouwwerken en constructies;
 - het berekenen van constructies;
 - het inspecteren van bouwwerken en constructies.

De beoordeling, de inspecties en de controleberekeningen worden uitgevoerd door een team onder regie van een eindverantwoordelijke. De eindverantwoordelijke moet ter plaatse kennis hebben genomen van het bouwwerk.

In het team moet voldoende kennis aanwezig zijn over de constructieve aspecten van het betreffende type bouwwerk. Daarnaast moet het team actuele kennis hebben van recente ontwikkelingen, relevante schades en (bijna-)instortingen.

9.4 Kwalificaties van uitvoerend personeel

De in 9.3 benoemde functionarissen moeten voor hun taken over de juiste kennis en vaardigheden beschikken.

Er wordt aanbevolen dat:

- de eindverantwoordelijke ervaring heeft in het ontwerpen of beoordelen van het betreffende type bouwwerk;
- de reguliere inspecties worden uitgevoerd door een constructief deskundige, die deskundig is op dat type van constructie.. Dit kan zijn een constructeur met minimaal 5 jaar relevante ervaring in constructieberekeningen en toezicht op de bouwplaats of met 3 jaar ervaring in inspecties;
- grondiger inspecties en onderzoeken worden uitgevoerd door een specialist met minimaal 10 jaar relevante ervaring.

Bijlage A (informatief)

Inventarisatie van kwetsbare constructies en constructieve elementen

A.1 Factoren die de inschatting of een element voldoet aan NEN 8700 beïnvloeden

A.1.1 Algemeen

Er is een aantal factoren die de inschatting of een element voldoet aan NEN 8700 beïnvloeden. Deze zijn beschreven in 6.2.2. Deze factoren worden in onderstaande paragrafen met voorbeelden nader toegelicht. De getoonde voorbeelden zijn niet allesomvattend. Ze zijn enkel bedoeld ter illustratie van de betreffende factoren en niet als limitatieve lijst van mogelijke factoren.

A.1.2 Factoren die leiden tot een aanpassing van de inschatting in negatieve zin

A.1.2.1 Constructieve fouten

A.1.2.1.1 Ontwerp- en uitvoeringsfouten

Voorbeelden van een slecht constructief ontwerp (ontwerpfouten) zijn:

- rekenfouten in de berekening;
- verkeerd aangehouden belastingen;
- gebruik van verkeerde berekeningsmethoden;
- onjuiste of onbetrouwbare materiaalgegevens.

Voorbeelden van een slechte uitvoering (uitvoeringsfouten) zijn afwijkingen van:

- het constructief ontwerp;
- de van toepassing zijnde uitvoeringsvoorschriften en -richtlijnen in ongunstige zin.

Het uitgangspunt bij aanvang van de beoordeling is dat het bouwwerk en de constructie correct zijn ontworpen en uitgevoerd, tenzij onderzoek anders doet vermoeden.

Ontwerp- en uitvoeringsfouten kunnen ook betrekking hebben op bouwkundige elementen, waardoor de duurzame kwaliteit van de constructieve elementen bedreigd wordt. Bijvoorbeeld bouwkundige afwerkingen die de constructieve elementen beschermen tegen brand, weersinvloeden of vocht.

A.1.2.1.2 Het wijzigen van de belasting op de constructie

De belasting op de constructie kan veranderen door:

- wijzigingen van een functie van het bouwwerk of een ruimte;
Een bouwwerk met een ruimte die oorspronkelijk bedoeld is geweest als kantoor kan dienst gaan doen als publiek bouwwerk of publieke ruimte. Hiermee neemt de door de constructie op te nemen veranderlijke belasting toe.
- wijzigingen van het gebruik van een constructie;
Het gebruik van een constructie kan wijzigen bij een gelijkblijvende functie. Voorbeelden hiervan zijn het verschuiven van een archiefruimte in een kantoor of het veranderen van een zit- in een staantribune. In beide gevallen kan dit alleen als de constructie in staat is een hogere veranderlijke belasting te weerstaan dan mogelijk in het ontwerp is beschouwd. Maar de functie van de ruimtes en het bouwwerk is ongewijzigd gebleven.
- wijzigingen in de omgeving van het bouwwerk;
Wijzigingen in de omgeving van het bouwwerk leiden mogelijk tot wijziging van de grootte van de belastingen veroorzaakt door weer en klimaat. Ten gevolge van nieuwe, hogere belastingen die direct op een bouwwerk aansluiten, kan er sprake zijn sneeuwophoping bij deze aansluiting. De belastingseffecten hiervan op de constructieve veiligheid van de bestaande constructie behoort te zijn beschouwd. Dergelijke effecten zijn ook mogelijk als op vlakke daken PV-panelen worden geplaatst. Wijziging van de beschouwde belasting is ook mogelijk als er in de nabijheid van het bouwwerk hoogbouw wordt geplaatst. Deze hoogbouw kan een significante invloed hebben op de windbelasting die op het te beschouwen bouwwerk aangrijpt.
- het eerder niet beschouwen van de betreffende belasting in de tijdens de bouw geldende norm.
Vóór 1990 was een regenwaterbelasting op een licht stalen dak geen onderwerp in de constructieve normen. Constructies van vóór die tijd zijn bij het ontwerp niet voor dit belastingsgeval beschouwd.

A.1.2.1.3 Nieuwe, innovatieve constructies en/of materialen

Het gebruik van (ten tijde van het ontwerp of de bouw) nieuwe, innovatieve constructies kan een hoger risico met zich meebrengen. Niet verwachte bezwijkmechanismen kunnen optreden wanneer nieuwe constructiesystemen worden geïntroduceerd of wanneer een bekend constructieprincipe zonder aanpassing wordt toegepast op een grotere schaal dan voorheen gebruikelijk was. Voorbeelden zijn het uitknikken van kolommen, toen na de introductie van gietijzer in de 18e eeuw kolommen slanker met gietijzer konden worden uitgevoerd en er een knik optrad. Een andere voorbeeld is het dynamisch ongunstige gedrag dat tot het bezwijken van de Tacoma Narrows Bridge in 1940 heeft geleid. Mogelijk is de kennis over en de ervaring met de betreffende constructie in de loop der jaren gegroeid. Nagegaan behoort te worden of deze latere kennis en inzichten aanleiding geven het risicoprofiel van de betreffende constructie hoger in te schatten.

Het gebruik van (ten tijde van het ontwerp of de bouw) nieuwe, innovatieve materialen kan een hoger risico op bezwijken geven. Mogelijk waren niet alle (langeduur-)eigenschappen van het nieuwe materiaal bekend. De kennis over en ervaring met het betreffende materiaal is in de loop der jaren gegroeid. Nagegaan behoort te worden of deze latere kennis en inzichten aanleiding geven het risicoprofiel van de betreffende constructie hoger in te schatten.

A.1.2.2 Ouderdom

De duurzaamheid van de meeste bouwmaterialen is eindig. Elk bouw materiaal is onderhevig aan een vorm van degradatie, dat wil zeggen een ongewenste aantasting. Door deze aantasting verliest het bouw materiaal op den duur zijn samenhang en sterkte en kan de constructie zijn dragende functie niet meer vervullen. Voorbeelden van corrosie zijn het roesten van ijzer of betonstaal. Constructies van hout kunnen onder bepaalde omstandigheden worden aangetast door organismen, maar ook chemische en atmosferische invloeden kunnen hout aantasten.

Er worden twee soorten van veroudering onderscheiden:

— voorziene veroudering;

Materialen kennen een natuurlijke veroudering, waar in het ontwerp rekening mee gehouden is en waar bij de instandhouding rekening mee gehouden behoort te worden. Deze (natuurlijke) veroudering zou gedurende de voorziene levensduur van het bouwwerk, bij het juiste onderhoud, niet mogen leiden tot een verhoogd risico. Er is een verhoogd risico bij bouwwerken waarbij de werkelijke levensduur de voorziene levensduur overschrijdt, of waarbij onvoldoende onderhoud gepleegd is gedurende de levensduur.

— onvoorziene veroudering.

De natuurlijke veroudering kan versterkt worden door foutieve detailleringen. Hierbij wordt het materiaal onbedoeld aan slechtere omstandigheden blootgesteld dan waar bij het ontwerp rekening gehouden was. Dit is een risicoverhogende factor.

A.1.2.3 Menselijk ingrijpen

Menselijk ingrijpen kan betrekking hebben op het gehele bouwwerk of op specifieke onderdelen. Hierbij worden twee verschillende vormen van menselijk ingrijpen onderscheiden:

— verbouwingen;

Er kunnen ná de eerste ingebruikname een of meerdere verbouwingen zijn uitgevoerd. Het is mogelijk dat hierbij niet de volledige kennis van het oorspronkelijke ontwerp aanwezig was waardoor sommige constructieve aspecten onvoldoende zijn beschouwd. Daardoor kan met de verbouwing de samenhang in de constructie zijn aangetast. Dit maakt dat tijdens de beoordeling van constructieve risico's met name uitgevoerde verbouwingen extra aandacht nodig hebben. Dit begint met het beoordelen of in het bouw dossier documenten aanwezig zijn die de verbouwingswerkzaamheden voldoende beschrijven.

— beschadigingen.

Individuele constructieve elementen kunnen beschadigd zijn door het (reguliere) gebruik van het bouwwerk. Te denken valt aan schade aan kolommen, wanden en balken door (parkerende) voertuigen. Daarnaast is het mogelijk dat bouwkundige elementen beschadigd zijn, waardoor het functioneren van de constructieve elementen wordt bedreigd. Voorbeelden hiervan zijn beschadigingen aan brandwerende verf, aan brandwerende bekleding of aan andere bouwkundige bekleding die het constructieve element beschermt tegen weersinvloeden en vocht

A.1.2.4 Natuurlijke oorzaken

Sommige natuurlijke oorzaken zijn aan verandering onderhevig. Klimaatverandering kan leiden tot (lokaal) meer neerslag, hogere windbelastingen en wellicht ook het vaker voorkomen van fenomenen als windhozen. Aangenomen wordt dat de constructieve eisen voor bestaande constructies, zoals nu beschreven in de NEN 8700-serie, in voldoende mate rekening houden met de effecten van klimaatveranderingen. Dit geldt ook voor bestaande bouwwerken.

Andere natuurlijke oorzaken kunnen het gedrag van de ondergrond zijn, die wel of niet zijn beïnvloed door de mens. Ervaringen in de omgeving kunnen aanwijzingen geven of de aanwezigheid van ongelijkmatige zettingen bij de risico-inventarisatie moet worden meegenomen.

A.1.2.5 (Nader) onderzoek

Voor veel van de bovengenoemde aspecten geldt dat de resultaten van het (nader) onderzoek de risico-inschatting negatief kunnen beïnvloeden. (Nader) onderzoek kan bestaan uit:

- het vergaren van extra informatie;
De extra informatie kan leiden tot een verhoging van de risico-inschatting.
- zorgen dat het bouwdoosier volledig en juist is;
Bij oudere constructies en bouwwerken zal het bouwdoosier regelmatig verre van volledig zijn. In beginsel is het ontbreken van een volledig bouwdoosier een factor die het verkrijgen van voldoende inzicht in het gedrag van de constructie bemoeilijkt. Een onvolledig of onjuist bouwdoosier vergroot niet direct, maar wel indirect het risicoprofiel van een constructief element. Het maakt het lastiger om het risicoprofiel in te schatten, zodat meer inspecties of andere onderzoeken noodzakelijk kunnen zijn.
In het geval van (meerdere) verbouwingen is een onjuist of onvolledig wel een aanleiding om het risico hoger in te schatten. Dit aangezien ontwerpers van de verbouwingen waarschijnlijk bij hun werk ook niet de inzage hebben gehad in de juiste stukken.
- het maken van aanvullende statische berekeningen;
De uitkomsten van aanvullende statische berekeningen kunnen leiden tot een verhoging van de risico-inschatting. Speciale aandacht verdienen hierbij de ontwerpfouten. Uitgangspunt bij aanvang van de beoordeling is dat het bouwwerk en de constructie correct zijn ontworpen. Maar de statische berekeningen kunnen dit beeld doen wijzigen, bijvoorbeeld doordat ontwerp- of rekenfouten worden aangetroffen.
- het uitvoeren van inspecties en testen;
De inspecties kunnen aanleiding geven tot een verhoging van de risico-inschatting van elementen. Speciale aandacht verdienen hierbij de uitvoeringsfouten. Uitgangspunt bij aanvang van de beoordeling is dat het bouwwerk en de constructie correct zijn uitgevoerd. Maar de inspecties kunnen dit beeld doen wijzigen, bijvoorbeeld doordat uitvoeringsfouten worden aangetroffen. Inspecties en testen kunnen de inschatting zowel in negatieve als in positieve zin beïnvloeden.

A.1.3 Factoren die leiden tot een aanpassing van de inschatting in positieve zin

De volgende factoren kunnen leiden tot een aanpassing van de inschatting in positieve zin:

- inspecties en testen;
Inspecties en testen kunnen meer inzicht geven in de toestand van een bepaald element een verbinding, of het materiaal. Dit kan leiden tot een gunstiger risico-inschatting.

— bewezen sterkte;

Oudere constructies hebben reeds gedurende lange tijd hun constructieve capaciteit getoond. Op basis van ervaringen uit het verleden, kan geconcludeerd worden dat bezwijken ten gevolge van constructieve problemen optreedt binnen een beperkt aantal jaren na het bouwen van de constructie. Bouwwerken en constructies waar bezwijken is opgetreden ten gevolge van constructieve problemen veroorzaakt door een onjuist ontwerp en/of uitvoering zijn vaak slechts een beperkt aantal jaren oud of zelfs nog in aanbouw.

Geheel uit te sluiten is het bezwijken van een oudere constructie echter niet, zeker niet als het pand enkele of meerdere verbouwingen heeft moeten ondergaan. Ook is het zo dat bij belastingen door wind, regen en sneeuw veroorzaakt door extreem weer, het vanwege de zeldzaamheid van extreem weer zo kan zijn dat bezwijken pas geruime tijd na de bouw optreedt.

Uit dit alles kan wel worden geleerd dat met name gedurende de eerste 10 jaar na de bouw en/of een aanpassing gelet behoort te worden op mogelijke constructieve fouten waarna vervolgens het accent van de observaties en beoordelingen behoren te verschuiven naar effecten van veroudering of van aanpassing van het bouwwerk of de constructie.

Bovenstaande bespiegelingen over oudere constructies en bouwwerken zijn zeker ook van toepassing op de (oudere) monumenten die in gebruik zijn als publiek bouwwerk. Ook hier geldt dat de aandacht met name uit behoort te gaan naar aspecten van veroudering of recente aanpassingen. Voor een toetsing volgens deze NTA hoeven hiermee monumenten geen aparte status te krijgen, al zullen inspecties die bouwkundige onderdelen kunnen beschadigen, bij monumenten nog lastiger zijn uit te voeren. Zeker bij monumenten zou, vanwege de cultuurhistorische waarde, kunnen worden nagegaan of de constructieve veiligheid op andere manieren kan worden aangetoond.

— onderhoud.

Hoewel onderhoud vooral bedoeld is voor de instandhouding van de oorspronkelijke conditie, en niet zozeer een verbetering, zal goed onderhoud de achteruitgang van materialen wel degelijk kunnen vertragen of stoppen en daarmee de kans dat de weerstand van een element niet voldoet aan de eisen, positief beïnvloeden.

A.2 Kwetsbare constructies en constructieve elementen

A.2.1 Algemeen

Hieronder wordt voor diverse constructieve materialen, constructieve toepassingen en funderingen een aantal voorbeelden gegeven van kwetsbare constructies en constructieve elementen. De voorbeelden kunnen gebruikt worden ter informatie en ter inspiratie bij het beoordelen van het risico op het bezwijken van een enkel constructief element of een enkele verbinding.

A.2.2 Staal

A.2.2.1 Stalen vakwerken met gelaste of geboute knooppunten

A.2.2.1.1 Constructieve fouten

Voorbeelden van constructieve fouten zijn:

- foutieve berekening van knooppunten (incl. bevestiging ter plaatse van oplegging) en verbindingen;
- het onvoldoende lassen van verbindingen;

- het toepassen van verkeerde boutkwaliteit of het niet borgen van moeren;
- het forceren van een niet passende verbinding;
- foutieve detaillering;
- het niet overeenkomen van de schematisering met de vervaardigde constructie, bijvoorbeeld een als statisch bepaald vakwerk ontworpen spant dat als doorgaand vakwerk over meerdere velden is uitgevoerd (zie figuur A.1).



Figuur A.1 — Statisch bepaald ontworpen vakwerk is doorgaand over meerdere velden uitgevoerd.

A.2.2.1.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan sprake zijn van corrosie van het stalen vakwerk.

A.2.2.1.3 Inspectiesignalen

Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de visuele controle van de constructie op corrosie en bezwijken van lassen en boutverbindingen. Daarbij moet beoordeeld worden of de knopen de systeemlijnen van de diverse staven in een punt samenkomen. Ook overmatige doorbuiging van het vakwerk kan een signaal voor een constructief probleem zijn.

Andere signalen zijn:

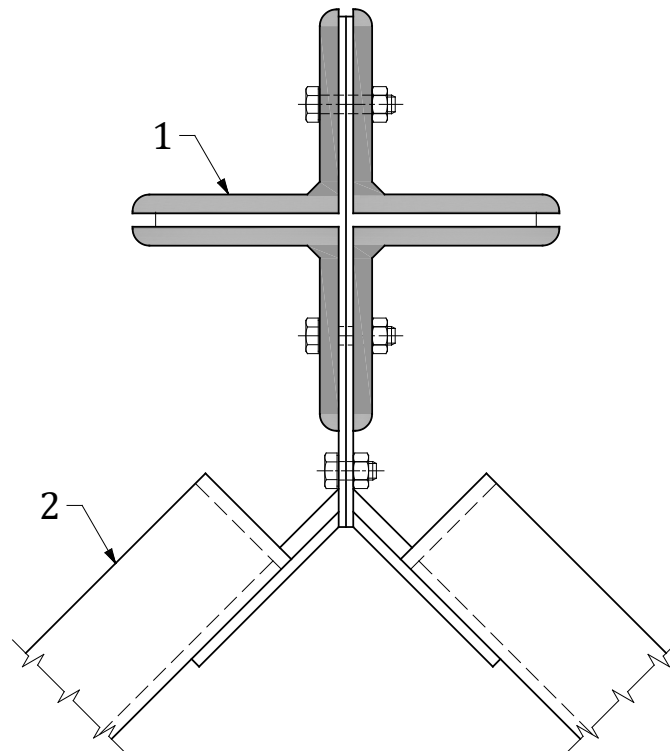
- gapingen in de aansluitingen;
- missende bouten;
- scheuren in de lassen;
- vermoeiingsscheuren in het staal;
- vocht of condens op de verkeerde plekken;
- scheefstand en/of uitbuiging;
- bevriezing van water in ingesloten ruimten.

A.2.2.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle van de knooppunten behoort te worden gedaan als de doorsnede van de verbindingsmiddelen of lassen veel kleiner is dan de doorsneden van de aansluitende profielen en als er sprake is van excentrische aansluitingen. Een controle van de schematisering in de oorspronkelijke berekening of het uitvoeren van een herberekening behoort te worden gedaan bij vakwerken die in de praktijk doorgaand zijn uitgevoerd.

A.2.2.2 Voorbeelden

In 1978 bezweek het ruimtevakwerk van de Hartford Civic Center Arena. Er was onvoldoende zijdelingse steun van gedrukte bovenrandstaven aanwezig, waardoor deze zijn geknikt (zie figuur A.2). Tijdens de bouw was reeds overmatige doorbuiging waargenomen (significant meer dan theoretisch was bepaald), maar met die informatie is op dat moment niets gedaan. In 2001 stortte de toneeltoren in Hoorn in. De hoofdoorzaak was een onvoldoende capaciteit van de bout- en lasverbindingen in enkele gevelspanten (vakwerken). De gedrukte bovenrand van de gevelspanten was onvoldoende tegen zijdelings uitknikken gesteund.



Legenda

- 1 bovenrandstaaf
- 2 diagonaal

Figuur A.2 — De snijpunten van de hartlijnen van de diagonalen vallen niet samen met de hartlijnen van de gedrukte bovenrandstaven, waardoor een excentrische aansluiting ontstaat

A.2.2.3 Spanten uitgevoerd met een knik

A.2.2.3.1 Constructieve fouten

Het kan voorkomen dat de binnenhoek van een gebogen of met knik uitgevoerde spant ongesteund is uitgevoerd, terwijl in de berekening van het spant daar ter plaatse een kipsteun is aangehouden. Ook het verwijderen van trekbanden uit driescharnierspanten komt bij constructies een enkele keer voor.

A.2.2.3.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan sprake zijn van corrosie van het stalen spant of een eventuele stalen trekband die de spantbenen met elkaar verbindt. Deze trekbanden kunnen ook onder of in de beganegrondvloer aanwezig zijn.

A.2.2.3.3 Inspectiesignalen

Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de visuele controle op aanwezigheid van kipsteunen bij gedrukte zones van het spant en corrosie van de staalconstructie eventueel inclusief stalen trekband. De stalen trekband is soms in een vochtig milieu aanwezig. Ook overmatige doorbuiging en vervormingen uit het vlak van het spant kan een signaal van een constructief probleem zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat vervormingen uit het vlak, bij het ontbreken van voldoende steun, ook bij zeer beperkte grootte al problematisch kunnen zijn.

A.2.2.3.4 Rekenkundige controle

Een controle van de schematisering in de berekening bij een gebogen of een met een knik uitgevoerde spant wordt geadviseerd als een trekband of een kipsteun in de binnenhoek bij een uitgevoerde constructie ontbreekt.

A.2.2.3.5 Voorbeeld

Figuur A.3 laat de stalen opslaghallen met een hellend dak in Enschede en Kerkrade zien. Het dak is bezweken bij een belasting door sneeuw.



Figuur A.3 — Uitgeknikte ongesteunde binnenhoek van een spantconstructie

A.2.2.4 Lichte platte daken uitgevoerd met stalen liggers

A.2.2.4.1 Constructieve fouten

Door een combinatie van stijfheid en afschot van het dak in combinatie met het aantal en de positie van de noodafvoeren voldoet de constructie niet bij het voorgeschreven belastingsgeval regenwater. Dit kan het gevolg zijn van een foutief ontwerp, een onjuiste uitvoering of een combinatie van beide. Bij een hevige regenbui kan dit leiden tot een gedeeltelijke dakinstorting als gevolg van het verzamelen van water op een dakvlak.

A.2.2.4.2 Ouderdom

Ouderdom speelt geen rol in het kader van achteruitgang. Mogelijk speelt dit wel een rol bij het beschouwen van de effecten van het belastinggeval. Het beschouwen van het belastinggeval regenwater was voor 1990 namelijk niet verplicht en daarna, tot circa 2004, minder gebruikelijk.

A.2.2.4.3 Inspectiesignalen

Voor de beoordeling van het risico kan gebruik worden gemaakt van *Risicobepaling lichte platte daken* [2]. Ook zijn het ontbreken van noodafvoeren, plasvorming op het dak of vervuiling op het dakvlak of van de reguliere en noodafvoeren mogelijke aanwijzingen voor een hoog risico op bezwijken door het verzamelen van water op een dakvlak.

A.2.2.4.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle van het dak wordt geadviseerd als uit de inspectie blijkt dat het een dakvlak met een hoog risico op bezwijken door het verzamelen van water op het dakvlak betreft. Als later, na het in gebruik nemen van het pand, zonnepanelen op een plat dak worden geplaatst, wordt ook een rekenkundige controle aanbevolen. Dit omdat het gewicht van de panelen de hoogteligging van het dakvlak en zodoende het gedrag bij een berging van water nadelig beïnvloedt.

A.2.2.4.5 Voorbeeld

In 2002 vond er een gedeeltelijke dakinstorting plaats bij IKEA Amsterdam. Er was sprake van te weinig afschot, onjuist geplaatste en te kleine noodafvoeren en onvoldoende stijfheid van het dak (zie ook [3]). Aanvullend wordt opgemerkt dat het lokaal bezwijken van lichte platte daken bij een belasting door regenwater jaarlijks nog meerdere keren voorkomt. Dit is voornamelijk het geval bij industrie- en logistieke gebouwen.

A.2.2.5 Staalverbindingen in het algemeen

A.2.2.5.1 Constructieve fouten

Door fouten in de berekening kan de sterkte van een verbinding in een staalconstructie te laag zijn. Omdat verbindingen de laatste decennia in het algemeen door een andere partij zijn ontworpen dan de hoofdconstructeur, is er mede door te beperkte controle een grotere kans op een ontwerpfout.

Verbindingen zijn vaak gevoelig voor excentriciteiten. In absolute zin kunnen kleine maatafwijkingen in het ontwerp of uitvoering daardoor grote gevolgen hebben voor de sterkte van een verbinding.

Als de sterkte van de verbinding zodanig klein is dat vloeit van de aansluitende staven niet kan optreden, heeft de constructie weinig vervormingscapaciteit. Hierdoor neemt het incasseringsvermogen van de constructie af.

A.2.2.5.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan er sprake zijn van corrosie van een staalverbinding.

A.2.2.5.3 Inspectiesignalen

Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de visuele controle van de constructie op corrosie en op bezwijken van lassen en boutverbindingen.

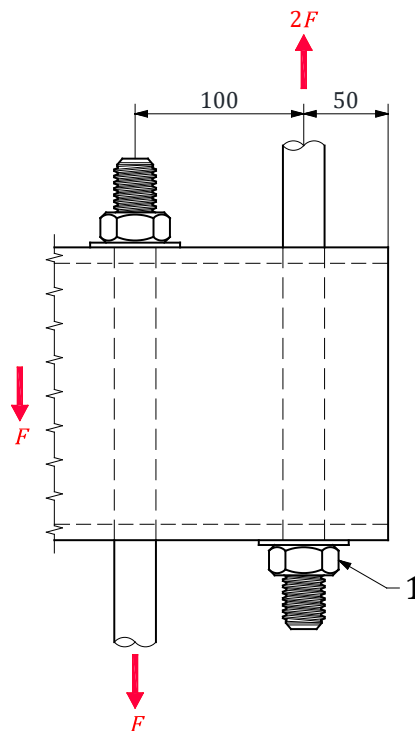
A.2.2.5.4 Rekenkundige controle

Er wordt aanbevolen een rekenkundige controle van verbindingen uit te voeren als de doorsnede van de verbindingsmiddelen of -lassen veel kleiner is dan de doorsnedes van de aansluitende profielen en als er sprake is van excentrische aansluitingen (hartlijnen van de aansluitende profielen gaan niet door één punt).

A.2.2.5.5 Voorbeeld

Voorbeelden van incidenten met staalverbindingen zijn:

- het instorten van luchtbruggen in Hotel Hyatt Regency, Kansas City in 1981. Als gevolg van een verkeerd ontwerp van een detail kon de constructie slechts 30 % van de blijvende en veranderlijke belasting dragen (zie figuur A.4);
- het instorten van de toneeltoren in Hoorn, in 2001. De hoofdoorzaak is een onvoldoende capaciteit van de bout- en lasverbindingen in enkele gevelspanten (vakwerken). De gedrukte bovenrand van de gevelspanten was onvoldoende tegen zijdelings uitknikken gesteund.



Legenda

1 moer

Figuur A.4 — Excentriciteit in het ophangdetail van de luchtbrug met bijbehorende krachten

A.2.2.6 Roestvast stalen constructies in een chloride milieu

A.2.2.6.1 Constructieve fout

Het gaat hierbij om een verkeerde materiaalkeuze in een agressief milieu.

A.2.2.6.2 Ouderdom

Door chloride en andere zuren kunnen in de loop van de tijd in bepaalde soorten roestvast staal spanningscorrosie optreden.

A.2.2.6.3 Inspectiesignalen

Uitingen van spanningscorrosie zijn uitsluitend zichtbaar bij een zeer gedetailleerde observatie.

A.2.2.6.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.2.6.5 Voorbeeld

Voor een voorbeeld wordt gewezen op de onderzoekplicht in artikel 5.12 van de Regeling Bouwbesluit.

A.2.2.7 Gebreken bij stalen kokerprofielen

A.2.2.7.1 Constructieve fout

Bij de toepassing van stalen kokerprofielen zijn twee soorten gebreken bekend. Ten eerste de situatie waarbij water in een kokerprofiel kan blijven staan. In een buitensituatie zal dit bij vorst tot schade kunnen leiden. Ten tweede kan het voorkomen dat kokerprofielen door een producent verlengd worden middels het aanbrengen van een las. Deze las kan een mindere capaciteit hebben dan de capaciteit van de aansluitende kokerprofielen (figuur A.5).



Figuur A.5 — Onvoldoende capaciteit las bij verlengd kokerprofiel

A.2.2.7.2 Ouderdom

Ouderdom speelt geen rol in het kader van achteruitgang van eigenschappen door dit gebrek.

A.2.2.7.3 Inspectiesignalen

Bij vorstschade kunnen verticale scheuren in het profiel ontstaan en zullen corrosiescheuren zichtbaar zijn. De signalen in het geval van een onvoldoende las zijn lastiger te erkennen. Soms treedt scheurvorming op, maar dan is de situatie vaak al kritiek.



Figuur A.6 — Verticale scheur op de hoek van een kokerkolom als gevolg van bevriezing van water in de kolom

A.2.2.7.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.2.7.5 Voorbeeld

Voorbeelden van gebreken bij stalen kokerprofielen zijn:

- scheurvorming in een kokerprofiel dat een balkonconstructie ondersteund;
- het lokaal bezwijken van een dakconstructie door het bezwijken van een las in een onderrand van een vakwerkspant, bestaande uit kokerprofielen.

A.2.2.8 Stalen hoedliggers

A.2.2.8.1 Constructieve fouten

Stalen hoedliggers zijn opgebouwd uit stalen platen die door lassen tot een samengestelde ligger worden gevormd. De liggers zijn in het algemeen hol. Dat betekent dat bij het aanbrengen van de afsluitende platen de lassen uitsluitend aan de buitenzijde kunnen worden aangebracht. Een kritisch aspect bij deze liggers is het ontwerp van de lassen, met name of hierbij voldoende rekening gehouden is met de beperkte toegankelijkheid bij het vervaardigen van de ligger. Ook kan het voorkomen dat de uitvoering van de lassen niet geheel overeenkomt met de berekening en/of de tekening.

A.2.2.8.2 Ouderdom

Ouderdom is hier minder relevant.

A.2.2.8.3 Inspectiesignalen

Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de visuele controle van de lassen.

A.2.2.8.4 Rekenkundige controle

Bij een rekenkundige controle moet worden nagegaan of voldoende rekening is gehouden met de beperkte toegankelijkheid om lassen aan de binnenzijde aan te brengen.

A.2.2.8.5 Voorbeeld

Een voorbeeld van een incident waarbij dit aspect een belangrijke rol heeft gespeeld, is het gedeeltelijk bezwijken van een vloer in een parkeergarage bij een supermarkt in Wormerveer in 2018. Zie ook: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/12/onderzoek-hoedliggers>.

A.2.3 Beton

A.2.3.1 Betonconstructies in een milieu met chloriden

A.2.3.1.1 Constructieve fouten

Door onvoldoende dekking als gevolg van de opgave van de constructeur of door een afwijking in de uitvoering is beton- of voorspanstaal gevoeliger voor corrosie in een vochtig milieu, met name als daarbij sprake is van chloride aantasting, bijvoorbeeld geïnitieerd door (dooi)zouten. Deze gevoeligheid is ook groter als er sprake is van grote scheurwijdten, bijvoorbeeld als in het ontwerp van de effecten van verhinderde opgelegde vervormingen niet zijn beschouwd.

Een geringe dekking als gevolg van de opgave van de constructeur is vaak het geval bij betonconstructies die met het voorschrift VB 1974 en de voorschriften ervoor zijn ontworpen. Destijds waren de voorgeschreven dekkingen kleiner dan tegenwoordig.

A.2.3.1.2 Ouderdom

Water en chloriden kunnen door scheuren en/of geringe betondekking de wapening eenvoudig bereiken. Door voortdurende vocht- en zoutbelasting neemt de corrosie van het beton- of voorspanstaal in de tijd toe. Hierdoor zal de sterkte van de constructie in de tijd afnemen.

Daarnaast is er een verhoogd risico op lokale corrosie (putcorrosie) van de wapening. Hierbij kan de sterkte en rotatiecapaciteit van een constructie aanmerkelijk beperkt worden, terwijl de voortekenen minder zichtbaar zijn.

A.2.3.1.3 Inspectiesignalen

Bij inspecties van betonconstructies is de aard van de scheurvorming in betonconstructies een indicatie van een mogelijk gebrek. Dit betreft dan vooral scheurvorming op een locatie, in een richting en/of met een scheurwijdte die niet verwacht wordt.

Als er sprake is van een geringe dekking, dan zal de dekking op het betonstaal vaak over een groot oppervlak worden afgedrukt door het uitzetten van het wapeningsstaal als gevolg van het ontstaan van corrosieproducten. In eerste instantie zal dat leiden tot scheuren en vervolgens tot het loslaten van schollen beton. Door te kloppen met een licht hamertje kunnen losliggende schollen beton worden gedetecteerd.

Als er sprake is van putcorrosie als gevolg van chloride-indringing bij een scheur, dan zal dit vaak niet leiden tot het afdrukken van betondekking. In dat geval kunnen bruine vlekken op het betonoppervlak (roestuitbloei) nabij een scheur een aanwijzing voor de corrosie van de wapening zijn.

Indien het betonoppervlak niet bewerkt is met bijvoorbeeld een coating of een gietasfaltlaag, dan kan met potentiaalmetingen worden nagegaan waar in het constructieve element de grootste corrosie-activiteiten plaatsvinden. Door daarna de betondekking te verwijderen, kunnen de meetresultaten als het ware worden geïjkt.

A.2.3.1.4 Rekenkundige controle

Als daadwerkelijk een afname van de doorsnede van de wapening wordt geconstateerd, is het noodzakelijk de vloer daarmee opnieuw rekenkundig te controleren.

A.2.3.1.5 Voorbeeld

Bij het bezwijken van de galerijplaten van de Antillenflat te Leeuwarden heeft aantasting van de wapening door chloriden een rol gespeeld. Ook wordt gewezen op de onderzoekplicht in artikel 5.11 van de Regeling Bouwbesluit.

A.2.3.2 Constructies opgelegd op betonnen nokken of tanden

A.2.3.2.1 Constructieve fouten

Bij nokken en tanden, die vaak gebruikt worden in prefabbetonconstructies, is meestal sprake van veel wapening in een kleine ruimte. In de praktijk blijkt regelmatig dat de wapening niet volgens de tekening is aangebracht, omdat de ruimte onvoldoende is of omdat ombuigstralen van de wapening groter zijn dan in het ontwerp werd bedacht.

Als de hoofdwapening is uitgevoerd met grote diameters, dan is er sprake van grote delen ongewapend beton op de plaatsen waar de wapening is omgebogen. Als deze delen beton worden belast, treedt afboeren van de dekking op.

Nokken en tanden worden ook vaak toegepast bij dilatatievoegen. Toch wordt dan nog een koppeling (bijvoorbeeld een stek) tussen de nok of tand en de erop aangebrachte balk aangebracht of is de wrijving in het oplegvlak te groot om een verschuiving eenvoudig mogelijk te maken. Hierdoor ontstaan grote verhinderingskrachten in het detail, waardoor de nok of tand en de erop liggende balk gaan scheuren.

Het voorgaande kan ook optreden als in het ontwerp geen rekening is gehouden met de effecten van verhindering van opgelegde vervorming. In dat geval zullen, bij het optreden van een additionele horizontale kracht veroorzaakt door verhindering van opgelegde vervormingen, relatief grote scheuren in de doorsnede verzwakking bij de nokken en tanden ontstaan.

Bij tanden kan er sprake zijn van een foutieve detaillering van de ophangwapening. Als ophangwapening die aan de onderzijde is afgebogen in de richting van de tand af wordt toegepast, dan kan de drukdiagonaal in de tand zich niet goed afzetten tegen de ophangwapening. Dit heeft bij zwaar belaste tanden een negatieve invloed op de capaciteit van de tand (zie ook [4]).

A.2.3.2.2 Ouderdom

Als gevolg van constructieve fouten kunnen wijde scheuren ontstaan. Dit kan een probleem veroorzaken voor de duurzaamheid van de constructie als deze zich in een vochtig milieu bevindt.

A.2.3.2.3 Inspectiesignalen

Bij inspecties van betonconstructies is de aard van de scheurvorming in betonconstructies een indicatie van een mogelijk risico. Dit betreft dan vooral scheurvorming op een locatie, in een richting en/of met een scheurwijdte die niet verwacht wordt.

Overmatige scheurvorming in de nok of tand kan een signaal voor een constructief probleem bij de betreffende nok of tand zijn.

A.2.3.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle behoort te worden uitgevoerd bij de nokken en tanden die gescheurd zijn. Bij tanden behoort ook de detaillering van de ophangwapening te worden gecontroleerd.

A.2.3.2.5 Voorbeeld

Het bezwijken van nokken bij het project Bos en Lommer Amsterdam (2006).

A.2.3.3 Breedplaatvloeren met een positief moment ter plaatse van de langsnaden

A.2.3.3.1 Constructieve fouten

Een constructieve fout bij breedplaatvloeren met een positief moment is bijvoorbeeld de onjuiste bepaling van de momentweerstand in een breedplaatvloer met een positief moment ter plaatse van de langsnaden tussen de breedplaten. Het aansluitvlak tussen de in het werk gestorte druklaag en de geprefabriceerde breedplaat is namelijk vaak niet of onjuist getoetst. Verbindingswapening tussen de druklaag en de breedplaat langs de rand ontbreekt bij die vloeren vaak in het gebied dicht bij de naad. Omdat hierdoor over een grote zone delaminatie in het aansluitvlak kan optreden is de overlap tussen wapening in de breedplaat en de koppelwapening in de druklaag beperkt, hetgeen nadelig is voor de momentweerstand. De problematiek speelt met name bij puntvormig ondersteunde breedplaatvloeren van na 2000 en van voor 2019. Door de instorting van het Multi Purpose Building (parkeergarage) bij Eindhoven Airport in 2017 is dit gebrek aan het licht gekomen.

A.2.3.3.2 Ouderdom

Bij breedplaatvloeren waarbij de momentweerstand bij een positief moment ter plaatse van een langsnaad onvoldoende is, kan herverdeling van momenten optreden. Dit kan zorgen voor scheuren op andere plaatsen in de vloer. Dit kan in een vochtig milieu, al dan niet met (dooi)zouten, leiden tot een aantasting van de wapening. Ook kan bij dynamisch belaste vloeren of bij vloeren die zijn blootgesteld aan temperatuurvariaties de hechtsterkte van het aansluitvlak in de tijd afnemen, met een toename van delaminatie als gevolg.

A.2.3.3.3 Inspectiesignalen

Bij inspecties van betonconstructies is de aard van de scheurvorming in betonconstructies een indicatie van een mogelijk risico. Dit betreft dan vooral scheurvorming op een locatie, in een richting en/of met een scheurwijdte die niet verwacht wordt.

Er behoort te worden bepaald of er sprake is van delaminatie tussen breedplaat en opstort nabij de langsnaaden. Dit kan met een lichte bankhamer worden gedetecteerd (een holle klank wijst op delaminatie). Het niet in hetzelfde vlak liggen van de breedplaten aan weerszijden van de naad kan een teken van delaminatie zijn. Ook overmatige doorbuiging of scheurvorming in de vloer kan een signaal voor een constructief probleem bij het betreffende detail zijn. Scheurvorming kan daarbij ook aan de bovenzijde van de vloer op enige afstand, ter plaatse van de negatieve momenten van de betreffende langsnaad optreden.

A.2.3.3.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige beoordeling kan worden uitgevoerd middels de documenten waarnaar in de in artikel 5.13 van de Regeling Bouwbesluit beschreven onderzoekplicht is verwezen.

A.2.3.3.5 Voorbeeld

Een voorbeeld is de instorting van de Multi Purpose Building bij Eindhoven Airport in 2017. Zie ook de onderzoekplicht in artikel 5.13 in de Regeling Bouwbesluit

A.2.3.4 Vloeren uitgevoerd met voorspanning zonder aanhechting (VZA)

A.2.3.4.1 Constructieve fouten

Bij vloeren uitgevoerd met voorspanning zonder aanhechting (VZA) zijn de voorspankabels beschermd door een kunststof mantelbuis gevuld met vet. In de begintijd van dit systeem was de corrosiebescherming niet altijd voldoende. Er was op dat moment nog onvoldoende ervaring met het systeem en het duurde enige tijd voordat de eerste corrosieproblemen aan het licht kwamen. Door aanpassingen van het ontwerp en meer aandacht in de uitvoering, is de corrosiebescherming vanaf begin jaren tachtig sterk verbeterd.

A.2.3.4.2 Ouderdom

Er kan sprake zijn van waterindringing in de omhullingsbuizen tijdens de bouw en daarna. Hierdoor kan als gevolg van corrosie, kabelbreuk ontstaan. In het eerste geval, zal dit binnen 10 jaar na de bouw optreden. Als de VZA-vloer is toegepast in een vochtig milieu, zoals een parkeergarage of een daktuin, kan de kabelbreuk ook in een later stadium ontstaan.

VZA-vloeren zijn ook gevoelig voor boorschade. Door het aanboren van een VZA-kabel kan deze breken, waardoor voor alle vloervelden waar deze kabel door de vloer loopt, geldt dat de sterkte van de vloer is afgenomen.

A.2.3.4.3 Inspectiesignalen

Bij inspecties van betonconstructies is de aard van de scheurvorming in betonconstructies een indicatie van een mogelijk risico. Dit betreft dan vooral scheurvorming op een locatie, in een richting en/of met een scheurwijdte die niet verwacht wordt.

Voor VZA-vloeren van voor 1985 wordt in bepaalde gevallen onderzoek naar de staat van de VZA-kabels aanbevolen. Welke gevallen dit zijn en wat dit onderzoek inhoudt, is beschreven in [5]. Er wordt aanvullend hierop aanbevolen bij constructies in een vochtige omgeving (parkeergarages en daktuinen) periodiek de staat van de VZA-kabels te laten onderzoeken.

A.2.3.4.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.3.5 Bouwwerken uitgevoerd met prefab betonnen elementen

A.2.3.5.1 Constructieve fouten

Bouwwerken die zijn uitgevoerd met prefab betonnen elementen zijn vaak niet of slechts beperkt robuust. Bij die bouwwerken kan het bezwijken van een enkele verbinding tussen elementen leiden tot grote schade.

A.2.3.5.2 Ouderdom

Ouderdom is bij prefab betonnen elementen niet direct relevant.

A.2.3.5.3 Inspectiesignalen

Bij inspecties van betonconstructies is de aard van de scheurvorming in betonconstructies een indicatie van een mogelijk risico. Dit betreft dan vooral scheurvorming op een locatie, in een richting en/of met een scheurwijdte die niet verwacht wordt.

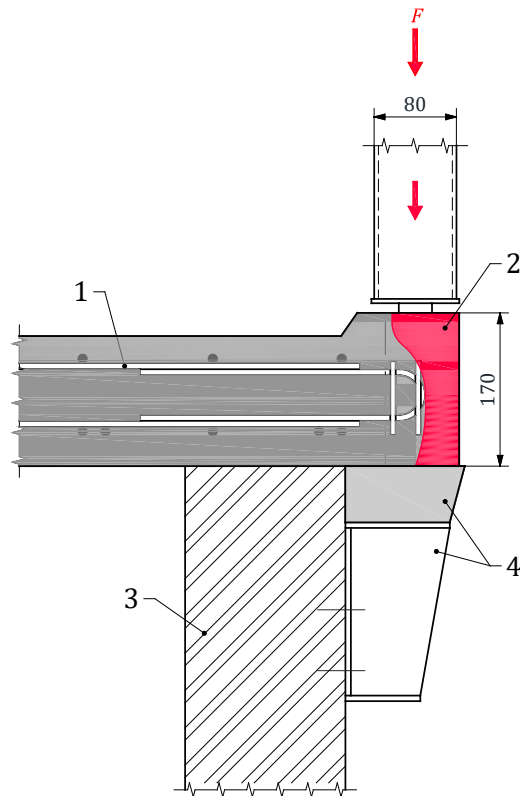
Er wordt aanbevolen om een visuele controle van alle verbindingen uit te voeren waarvoor geldt dat het bezwijken ervan tot grote gevolgen kan leiden. Een signaal voor een constructief probleem zijn scheuren in de constructie.

A.2.3.5.4 Rekenkundige controle

Bij verbindingen die gescheurd zijn, kan een rekenkundige beoordeling worden uitgevoerd volgens de geldende voorschriften.

A.2.3.5.5 Voorbeeld

Een voorbeeld van het gevolg van schade aan prefab betonnen elementen is het bezwijken van de balkons van woongebouw Patio Sevilla in Maastricht in 2003. Het betreft een woongebouw met prefab betonnen balkons die deels op een vloerrand en deels op een over meerdere verdiepingen doorgaande stalen kolom zijn opgelegd. Nadat de oplegging van de stalen kolom was bezweken (figuur A.7), zijn meerdere balkons naar beneden gekomen. Er was geen tweede draagweg aanwezig.



Legenda

- 1 gewapend betonnen balkonplaat
- 2 herstelde betonnok
- 3 ondersteunende wand
- 4 extra console

Figuur A.7 — Afschuifvlak in de betonnen nok aan een balkonplaat

A.2.4 Houten constructies

A.2.4.1 Algemeen

A.2.4.1.1 Constructieve fouten

Hout verliest een deel van zijn sterkte onder invloed van vocht. Daarnaast wordt hout vatbaarder voor rot en schimmels in een vochtig milieu. Hout dat in een vochtig milieu wordt toegepast behoort van de juiste duurzaamheidsklasse te zijn. Verder behoort beschouwd te worden of de bouwkundige bekleding de houtconstructie voldoende beschermt tegen vocht. Zowel door directe indringing van (regen) water, maar ook door damptransport en condensatie.

A.2.4.1.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan er sprake zijn van houtrot en schimmelvorming. Daarnaast kan de constructie in de loop der tijd zijn aangetast door houtworm of insecten.

A.2.4.1.3 Inspectiesignalen

Er behoort een visuele controle te worden gedaan van de constructie op houtrot, schimmelvorming en sporen van aantasting door houtworm of insecten. Ook overmatige doorbuiging van de constructie kan een signaal voor een constructief probleem zijn. Het vochtgehalte van het hout kan ter plaatse worden vastgesteld.

A.2.4.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.4.2 Houten vakwerken met stalen knooppunten

A.2.4.2.1 Constructieve fouten

Door een foutieve berekening van knooppunten en verbindingen (incl. de bevestiging ter plaatse van de oplegging) of de schematisering komen die bijvoorbeeld niet overeen met de uitgevoerde constructie bij een statisch bepaald vakwerk dat als doorgaand vakwerk over meerdere velden is uitgevoerd.

A.2.4.2.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan er na verloop van tijd sprake zijn van houtrot en corrosie van stalen knooppunten of opleggingen.

A.2.4.2.3 Inspectiesignalen

Er wordt aanbevolen om een visuele controle te doen van de constructie op houtrot, van knooppunten met betrekking tot corrosie en van scheurvorming in hout ter plaatse van knooppunten. Overmatige doorbuiging van het vakwerk kan ook een signaal voor een constructief probleem zijn.

A.2.4.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle van de knooppunten behoort te worden uitgevoerd als er sprake is van excentrische aansluitingen. Een controle van de schematisering in de oorspronkelijke berekening of het uitvoeren van een herberekening wordt aanbevolen bij vakwerken die in de praktijk doorgaand zijn uitgevoerd.

A.2.4.3 Gelamineerde liggers en spanten

A.2.4.3.1 Constructieve fouten

Een constructieve fout is bijvoorbeeld dat de binnenhoek van een gebogen of met knik uitgevoerde spant ongesteund is terwijl in de berekening daar ter plaatse een kipsteun is aangehouden.

A.2.4.3.2 Ouderdom

In een vochtig milieu kan er sprake zijn van houtrot en achteruitgang van de lijmsterkte, dat kan leiden tot delaminatie of het bezwijken van een vingerlasverbinding. Ook het overmatig verouderen van lamellen in een gelamineerde houten ligger is mogelijk.

Corrosie van stalen opleggingen van spanten aan de voet als gevolg van een vochtig milieu kan ook voorkomen, bijvoorbeeld bij een driescharnierenspan, eventueel met een stalen trekband.

A.2.4.3.3 Inspectiesignalen

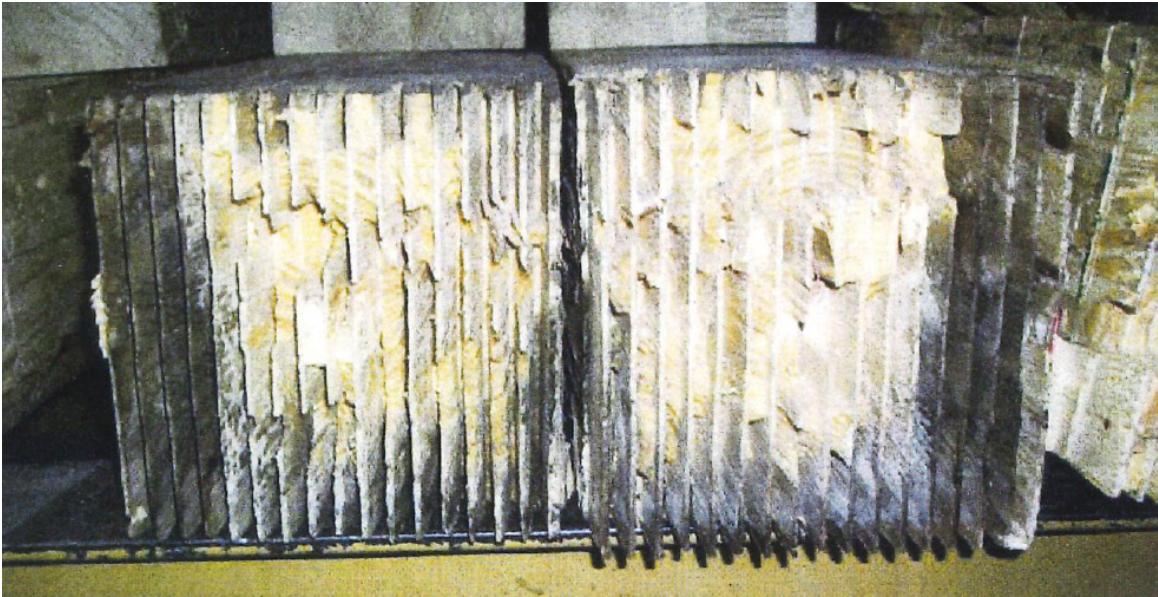
Visuele controle behoort te worden gedaan op delaminatie en houtrot en op corrosie van stalen opleggingen, eventueel inclusief stalen trekband. De stalen trekband is vaak in de grond of soms in een ander vochtig milieu aanwezig. Overmatige doorbuiging van de ligger of het spant kan ook een signaal voor een constructief probleem zijn.

A.2.4.4 Rekenkundige controle

Er behoort een controle te worden uitgevoerd van de schematisering in de berekening bij gebogen of met een knik uitgevoerde spant als een kipsteun in de binnenhoek ontbreekt.

A.2.4.4.1 Voorbeeld

Een voorbeeld van is het bezwijken van de overdekte kunstijsbaan in Bad Reichenhall, Duitsland in 2006. Daarbij was onder andere sprake van fouten in de berekening en gebruik van een lijmsort die niet geschikt is voor vochtige condities (zie figuur A.8).



Figuur A.8 —Vochtaantasting van de vingerlasverbinding.

A.2.4.5 Houten balken belast met trek loodrecht op de vezelrichting

A.2.4.5.1 Constructieve fouten

Een constructieve fout bij houten balken belast met trek loodrecht op de vezelrichting is dat bij het ontwerpen het effect van trekspanning in de richting loodrecht op de vezelrichting onvoldoende is beschouwd. Dit geeft aanleiding tot het optreden van scheuren in de houten balken evenwijdig aan de vezelrichting. Dit is bijvoorbeeld het geval bij opleggingen van houten balken waar het einde van de balk is ingezaagd om deze ter plaatse van de oplegging minder hoog te maken of bij gekromde gelamineerde liggers waar bij de productie restspanningen in het hout ontstaan door de opgelegde vervorming.

A.2.4.5.2 Ouderdom

Naast genoemde effecten van houtrot, enz. speelt hier het effect van langdurige belasting en een reductie van de sterkte gedurende de tijd ook een beperkte rol.

A.2.4.5.3 Inspectiesignalen

Lengtescheuren bij inkepingen en sparingen in (gelamineerde) balken of ter plaatse van krommingen in liggers zijn signalen voor een constructief probleem.

A.2.4.5.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle van de trekspanningen in de richting loodrecht op de vezel behoort te worden uitgevoerd.

A.2.5 Metselwerk

A.2.5.1 Dragend metselwerk

A.2.5.1.1 Constructieve fouten

Het niet vol en zat verwerken van de lintvoegen in metselwerk heeft een reducerende invloed op de druksterkte van het metselwerk. De druksterkte van metselwerk wordt in grote mate bepaald door de druksterkte van de stenen, blokken of elementen die zijn gebruikt. Hierbij is echter een mogelijkheid aanwezig dat, bijvoorbeeld door verwisseling, de sterkte lager is dan in het ontwerp is aangenomen. Dit kan voor constructieve problemen zorgen.

A.2.5.1.2 Ouderdom

Bij dragend metselwerk dat in een binnenmilieu is toegepast is veroudering geen feitelijke bedreiging. Bij dragend metselwerk in een buitenmilieu kan achteruitgang optreden ten gevolge van vorst-/dooischade.

A.2.5.1.3 Inspectiesignalen

Er wordt opgemerkt dat de draagkracht van dragend metselwerk in het algemeen bepaald wordt bij een aanname dat het metselwerk gescheurd is. De aanwezigheid van scheuren alleen is daarom geen aanwijzing voor een gebrek aan de constructieve veiligheid.

Visuele controle is vooral mogelijk naar scheurvorming in het metselwerk. Het betreft hierbij vooral scheurvorming die op basis van de verwachte krachtsverdeling niet verwacht wordt, zoals scheuren evenwijdig aan de richting van de grootste drukkrachten. Bij oudere constructies waarin bogen zijn toegepast, zal het optreden van scheurvorming in combinatie met het ontbreken van horizontale steun een reden zijn voor verder onderzoek.

A.2.5.1.4 Rekenkundige controle

Het uitvoeren van een rekenkundige controle kan met name nuttig zijn in gebieden met hoge drukspanningen en bij constructies met een relatief grote slankheid.

A.2.5.1.5 Voorbeeld

Een voorbeeld van de gevolgen van de constructieve problemen is het bezwijken van een winkelpand aan de Markt te 's-Hertogenbosch in 2016.

A.2.5.2 Niet-dragend metselwerk

A.2.5.2.1 Constructieve fouten

Bij niet-dragend metselwerk in een buitenmilieu, zoals buitenspouwbladen, kan door een gebrek aan dilatatievoegen en afstemming van de detaillering bij een combinatie met andere materialen zoals beton (tezamen aangeduid als gevelengineering) scheurvorming ontstaan ten gevolge van verhindering van opgelegde vervormingen. In extreme gevallen kunnen hierdoor stenen of delen van

buitenbladen volledig loskomen. Ook is het mogelijk dat door corrosie van spouwankers of door het onjuist aanbrengen van spouwankers het buitenblad onvoldoende gesteund wordt.

In een binnenmilieu is het mogelijk dat niet-dragende wanden, die toch enig luchtdrukverschil moeten kunnen weerstaan, onvoldoende gesteund worden door aangrenzende constructieve elementen ten gevolge van het ontbreken van voldoende ankers.

A.2.5.2.2 Ouderdom

Tot zeer recent zijn in het algemeen gebruik stalen spouwankers gebruikt die onvoldoende bestand zijn tegen het milieu in de spouw en dus doorroesten. Gecorrodeerde spouwankers zijn vooral aanwezig in west- en zuidgeoriënteerde gevels. Schade door onvoldoende dilatatievoegen is vaak het gevolg van temperatuursveranderingen en neemt gedurende tijd steeds verder toe.

A.2.5.2.3 Inspectiesignalen

De draagkracht van dragend metselwerk wordt in het algemeen bepaald bij een aanname dat het metselwerk gescheurd is. De aanwezigheid van scheuren alleen is daarom geen aanwijzing voor een gebrek aan constructieve veiligheid.

Een ander signaal is dat wanden en buitenspouwbladen te eenvoudig in de richting loodrecht op hun vlak zijn te verplaatsen.

A.2.5.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle van bijvoorbeeld de weerstand van de spouwankers kan worden uitgevoerd.

A.2.5.2.5 Voorbeeld

Met enige regelmaat bezwijken buitenspouwbladen bij woongebouwen bij een significante windbelasting.

A.2.6 Kunststof en composiet

A.2.6.1 Algemeen

A.2.6.1.1 Constructieve fouten

Op dit moment is er bij de opstellers van deze NTA slechts beperkte informatie bekend over een schadegeval van een brug uitgevoerd in kunststof of in composiet (brug over Beatrixkanaal bij de Oirschotsedijk te Eindhoven). Dit komt omdat de toepassing van dit materiaal nog niet erg gangbaar is en er weinig oudere bouwwerken zijn waarin dit is toegepast. Het is zeer waarschijnlijk dat het gebruik van dit type materialen toe zal nemen en dat gebruikers van deze NTA kunststof- of composietconstructies vaker tegen gaan komen. Deze zullen extra aandacht behoeven vanwege het innovatieve karakter van de toepassing.

A.2.6.1.2 Ouderdom

Kunststofconstructies kunnen verouderen, zeker als ze blootgesteld worden aan verhoogde temperatuur, vocht en/of (UV-)straling. Ten gevolge van deze veroudering wordt het materiaal brosser.

A.2.6.1.3 Inspectiesignalen

Signalen van constructieve problemen zijn beschadigingen, bros worden, verkleuren en scheurtjes in de kunststof.

A.2.6.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.7 Funderingen

A.2.7.1 Funderingen op staal

A.2.7.1.1 Constructieve fouten

De constructieve problemen met funderingen etaleren zich vooral in de vorm van zettingen en dan vooral ongelijkmatige zettingen. Het bezwijken van een constructie is vaak niet direct te herleiden naar ongelijkmatige zettingen, maar wel naar het bezwijken van andere constructieve elementen ten gevolge van de door de ongelijkmatig zetting veroorzaakte opgelegde vervormingen die vaak in een eerdere fase storend voor de gebruikers zijn.

Andere constructieve problemen kunnen voorkomen door het geven van onvoldoende rekenschap van de lokale grondgesteldheid, onvoldoende draagkrachtige funderingen (te smal of te ondiep), onvoldoende toepassing van zettingsdilataties, niet voorziene ontgravingen of aanvullingen nabij de fundering.

A.2.7.1.2 Ouderdom

Zetting van een fundering treedt deels tijdens de bouw op, maar deels ook pas na verloop van tijd. Zeker bij kleiige gronden, waar het gedrag van de grond tijdsafhankelijk is. Tot slot wordt gewezen op het risico dat een (tijdelijke) grondwaterstandsverlaging tot bijkomende zettingen kan leiden.

A.2.7.1.3 Inspectiesignalen

Signalen van mogelijke constructieve problemen zijn scheurvorming in (gemetselde) wanden, scheefstand, horizontale verplaatsing van funderingen en wijzigingen in grondwaterstand.

A.2.7.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is vaak lastig en vergt een goed inzicht van de lastafdracht en grondkarakteristieken. Er is een hoge mate van onzekerheid van invoerparameters.

A.2.7.1.5 Voorbeeld

Een bekend voorbeeld van een probleem van een fundering op staal is de scheve toren van Pisa. Maar ook in Nederland zijn er veel voorbeelden van schadegevallen met funderingen op staal.

A.2.7.2 Funderingen op palen

A.2.7.2.1 Constructieve fouten

De constructieve problemen met funderingen etaleren zich vooral in de vorm van zettingen en dan vooral ongelijkmatige zettingen. Het bezwijken van een constructie is vaak niet direct te herleiden naar ongelijkmatige zettingen maar naar het bezwijken van andere constructieve elementen ten

gevolge van de door de ongelijkmatig zetting veroorzaakte opgelegde vervormingen die vaak in een eerdere fase storend voor de gebruikers zijn.

Andere constructieve problemen kunnen voorkomen door het geven van onvoldoende rekenschap van de lokale grondgesteldheid, onvoldoende draagkrachtige funderingen, onvoldoende toepassing van zettingsdilataties, niet voorziene ontgravingen of aanvullingen nabij de fundering, het optreden van grondontspanning door nabij aangebrachte in de grondgevormde palen, wijzigingen in het grondwaterpeil en negatieve kleef door zettingen van hoger gelegen grondlagen.

A.2.7.2.2 Ouderdom

Funderingen op palen zijn veelal op vastere (zand)lagen gefundeerd, waardoor het tijdseffect minder speelt. Uitzonderingen hierop zijn palen op kleef, palen belast door negatieve kleef uit de zetting van hoger gelegen grondlagen of paalfunderingen van hoogbouw op hogere zandlagen met daaronder zettingsgevoelige kleilagen. Aantasting van houten palen, mogelijk ten gevolge van een verlaging van de grondwaterstand, kan leiden tot een grote achteruitgang van het draagvermogen van de gehele fundering die zich in eerste instantie laat blijken door het optreden van ongelijkmatige zettingen.

A.2.7.2.3 Inspectiesignalen

Signalen van mogelijke constructieve problemen zijn scheurvorming in (gemetselde) wanden, scheefstanden en het rotten van de palen nabij de fundering.

A.2.7.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle wordt aanbevolen voor enerzijds een goede gewicht- en stabiliteitsberekening, anderzijds een goede berekening van de draagkracht en vervorming van de toegepaste paalfundering. In gevallen waar de (ongelijke) vervorming van de palen kan leiden tot een aangepaste krachtsverdeling behoort rekening te worden gehouden met de complexe interactie tussen bouwwerk en fundering.

A.2.7.2.5 Voorbeeld

Er zijn veel voorbeelden bekend van schade bij houten palen, met name door wijzigingen in de grondwaterstand waardoor palen rotten.

A.2.8 Bouwkundig

A.2.8.1 Constructief glas

A.2.8.1.1 Constructieve fouten

Constructieve problemen bij glas kunnen voorkomen door onder andere nikkelsulfide insluitingen in gehard glas (niet-inspecteerbaar, risico uitsluitend in eerste decennium), spanningsinleiding in het glas door foutieve detaillering, scheuren in gelamineerd glas en thermische spanningen.

A.2.8.1.2 Ouderdom

Vooraf ongehard glas kent subkritische scheurvorming (ook wel spanningscorrosie of statische vermoeiing genoemd). Dat kan de sterkte van ouder glas verlagen maar is niet herkenbaar bij een inspectie. Bij een correct ontwerp is met verouderingseffecten rekening gehouden.

A.2.8.1.3 Inspectiesignalen

Inspectiesignalen van constructieve problemen zijn scheurvorming en butsen in het glas, directe aansluiting met harde constructiematerialen, delaminatie bij gelaagd glas, condensvorming en corrosievorming in de steunconstructie.

A.2.8.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle kan volgens NEN 8700 en NEN 2608 worden uitgevoerd.

A.2.8.1.5 Voorbeeld

Een voorbeeld van constructieve problemen bij glas is het uitvallen van glazen platen bij de luifel van de Koopgoot in Rotterdam.

A.2.8.2 Gevelementen

A.2.8.2.1 Constructieve fouten

Constructieve fouten kunnen voorkomen door het bezwijken van het materiaal van de elementen, onvoldoende capaciteit van ankers door corrosie of uitbreken en als er onvoldoende rekening is gehouden met lokale drukcoëfficiënten.

A.2.8.2.2 Ouderdom

Na verloop van tijd kan corrosie van ankers en vorst-/dooischade voorkomen.

A.2.8.2.3 Inspectiesignalen

Signalen van constructieve problemen zijn onder ander beschadiging van elementen, corrosiesporen en de beoordeling van de laterale stijfheid van bevestigingselementen.

A.2.8.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.8.2.5 Voorbeeld

Een voorbeeld van constructieve problemen is het loslaten van gevelplaten bij de Achmeatoren in Leeuwarden.

A.2.9 Brand

A.2.9.1 Onvoldoende brandwerendheid van een constructief element of een constructieve verbinding

A.2.9.1.1 Constructieve fouten

De constructieve elementen moeten in sommige gevallen zelf (zonder bouwkundige bescherming) voldoende brandwerendheid te hebben. Dit kan onvoldoende zijn in de volgende gevallen:

- beton: er is onvoldoende betondekking op de wapening aanwezig. Of de detailleregels naar wapening zijn niet gevolgd, waardoor de brandwerendheid onvoldoende geborgd is;
- staal: in onbeschermd toestand heeft staal doorgaans een beperkte brandwerendheid. Onbeschermd constructief staal kan enkel voldoende brandwerendheid hebben bij lage brandwerendheidseisen;
- hout: er is onvoldoende rekening gehouden met inbranding in het hout. Bij de toepassing van CLT bestaat het risico op delaminatie, waardoor de beschermende koollaag vroegtijdig naar beneden valt.

A.2.9.1.2 Ouderdom

Bij beton kan veroudering en degradatie zorgen voor een slechte dekking op de wapening, bijvoorbeeld door betonrot. Dit tast ook de brandwerendheid van de betreffende elementen aan.

A.2.9.1.3 Inspectiesignalen

Een inspectiesignaal voor constructieve problemen bij brand is een beperkte dekking bij betonconstructies. Voor overige constructies zijn inspectiesignalen beperkt.

A.2.9.1.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

A.2.9.2 Onvoldoende (bouwkundige) bescherming van een constructief element of een constructieve verbinding

A.2.9.2.1 Constructieve fouten

Bouwkundige afwerkingen kunnen constructieve elementen beschermen tegen de invloed van brand. Te denken valt aan brandwerende bekleding van kolommen, balken, vloeren en wanden. Als deze bouwkundige bekledingen niet zijn aangebracht, niet juist zijn aangebracht of gedurende de levensduur zijn beschadigd, dan wordt hiermee de werking van de constructie ten tijde van een brand bedreigd.

In het algemeen kan het voorkomen dat het bezwijken in één brandcompartiment gevolgen heeft voor een naastgelegen brandcompartiment. Bijvoorbeeld als de kantelnok in industriegebouwen die ervoor zorgt dat bij het (door brand) bezwijken van een hal niet vroegtijdig de brandwerende scheidingswand wordt meegetrokken. Hierop behoort gelet te worden.

Bij staal kan het voorkomen dat de brandwerende bekleding niet of niet juist zijn aangebracht. Dit geldt zowel voor staalprofielen als voor de verbindingen.

A.2.9.2.2 Ouderdom

Brandwerende bekleding kan gedurende de levensduur beschadigd raken of verouderen. Te denken valt aan beschadigingen aan brandwerende verf, het overschilderen van brandwerende verf of fysieke beschadigingen aan de brandwerende beplating.

A.2.9.2.3 Inspectiesignalen

Inspectiesignalen van onvoldoende (bouwkundige) bescherming van een constructief element of een constructieve verbinding bij brand zijn:

- beschadigingen van brandwerende bekleding zoals gips- en vezelversterkte calciumsilicaatplaten;
- beschadigde of overgeschilderde brandwerende verf waardoor deze niet meer goed functioneert;
- doorbrekingen of sparingen in wanden en vloeren, waardoor de brandwerende bekleding beschadigd is;
- niet-brandwerende doorvoeringen van leidingen, waardoor een brandscheiding niet meer geborgd kan worden;
- onbeschermd, staalconstructies;
- bouwkundige wijzigingen waardoor bouwkundige (brandwerende) bekleding verwijderd is.

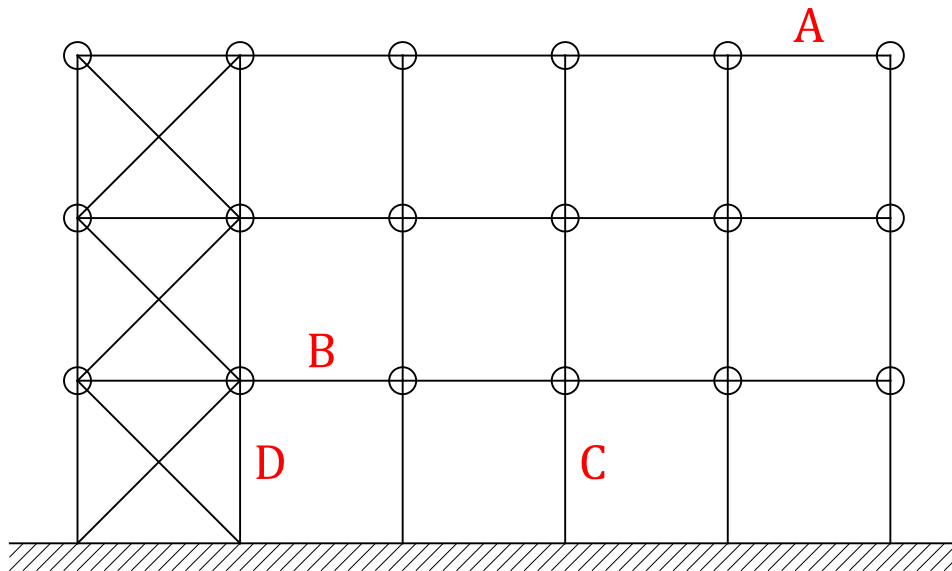
A.2.9.2.4 Rekenkundige controle

Een rekenkundige controle is hier niet van toepassing.

Bijlage B (informatief)

Inschatting van de omvang van de schade

Als voorbeeld voor een inschatting van de omvang van de schade wordt hier een constructie beschreven (zie figuur B.1) waarbij de omvang van de schade wordt bepaald in het geval dat een constructief element (in onderstaande figuur aangeduid met A, B, C en D) bezwijkt. Bij deze inschatting wordt in eerste instantie uitgegaan van het ontbreken van de mogelijkheid tot een herverdeling van krachten.



Figuur B.1 — Schematische weergave van een drielaagse constructie die geschoord wordt door de constructie van één stramien

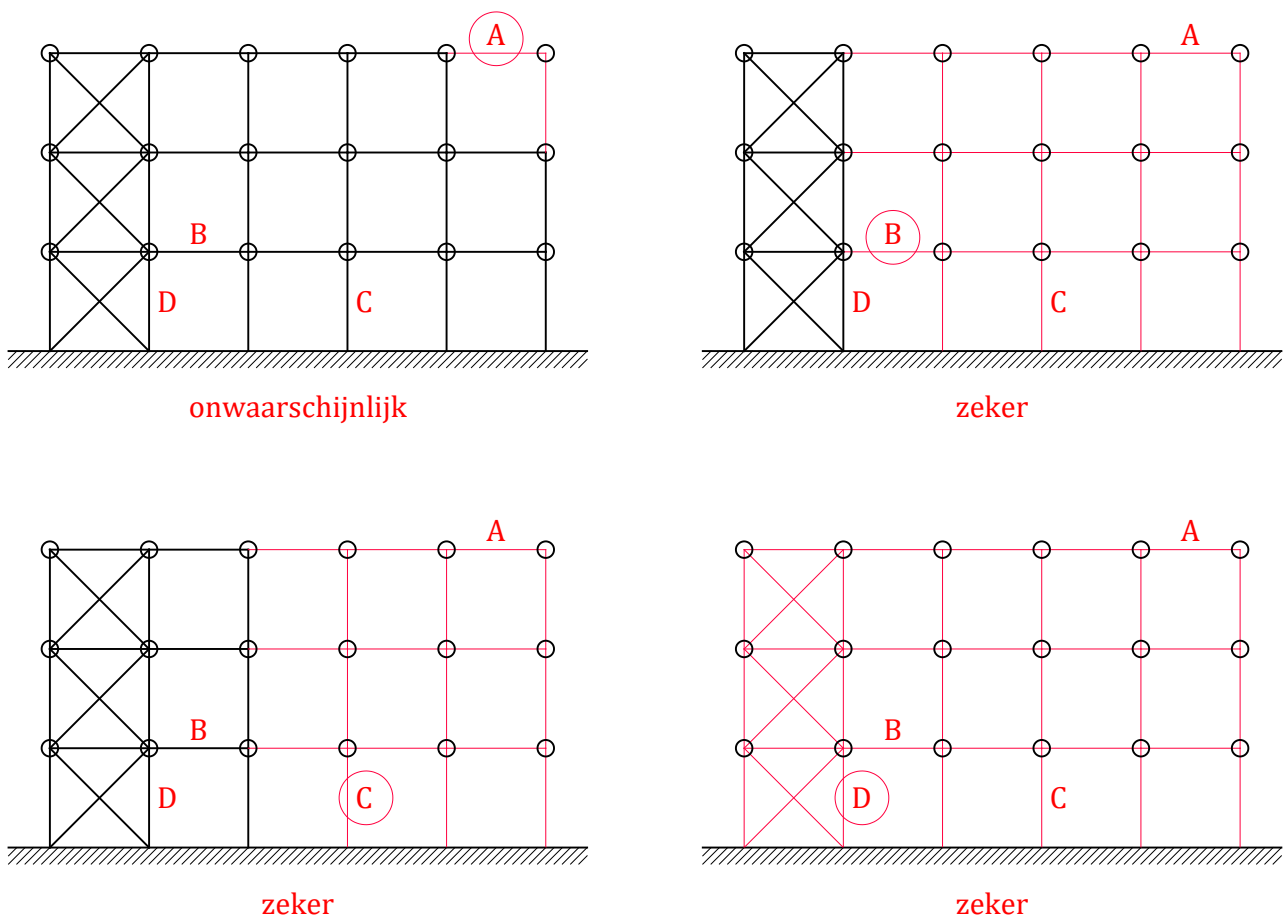
Als gekeken wordt naar de gevolgen van het bezwijken van een element zal een verschillende schadeomvang worden gevonden (zie figuur B.2).

Als element A bezwijkt, zal de randkolom op de derde bouwlaag niet meer gesteund zijn en zal die ook bezwijken, zie figuur B.2. Een verdere voortgang van het bezwijken is verder niet te verwachten.

Als element B bezwijkt, treedt er wel een omvangrijk bezwijken op. De kolommen die geen onderdeel uitmaken van de schorende constructie worden niet meer gesteund en zullen bezwijken zodat het hele geschoorde deel van de constructie zal bezwijken.

Als element C op de begane grond bezwijkt, zullen in deze constructie de rechter drie beuken volledig bezwijken. De linker twee beuken zullen blijven staan.

Als element D bezwijkt, een kolom op de onderste bouwlaag in de schorende constructie, dan is de verwachting dat de gehele constructie bezwijkt.



Figuur B.2 — Schadeomvang na het bezwijken bij een niet-robuste constructie

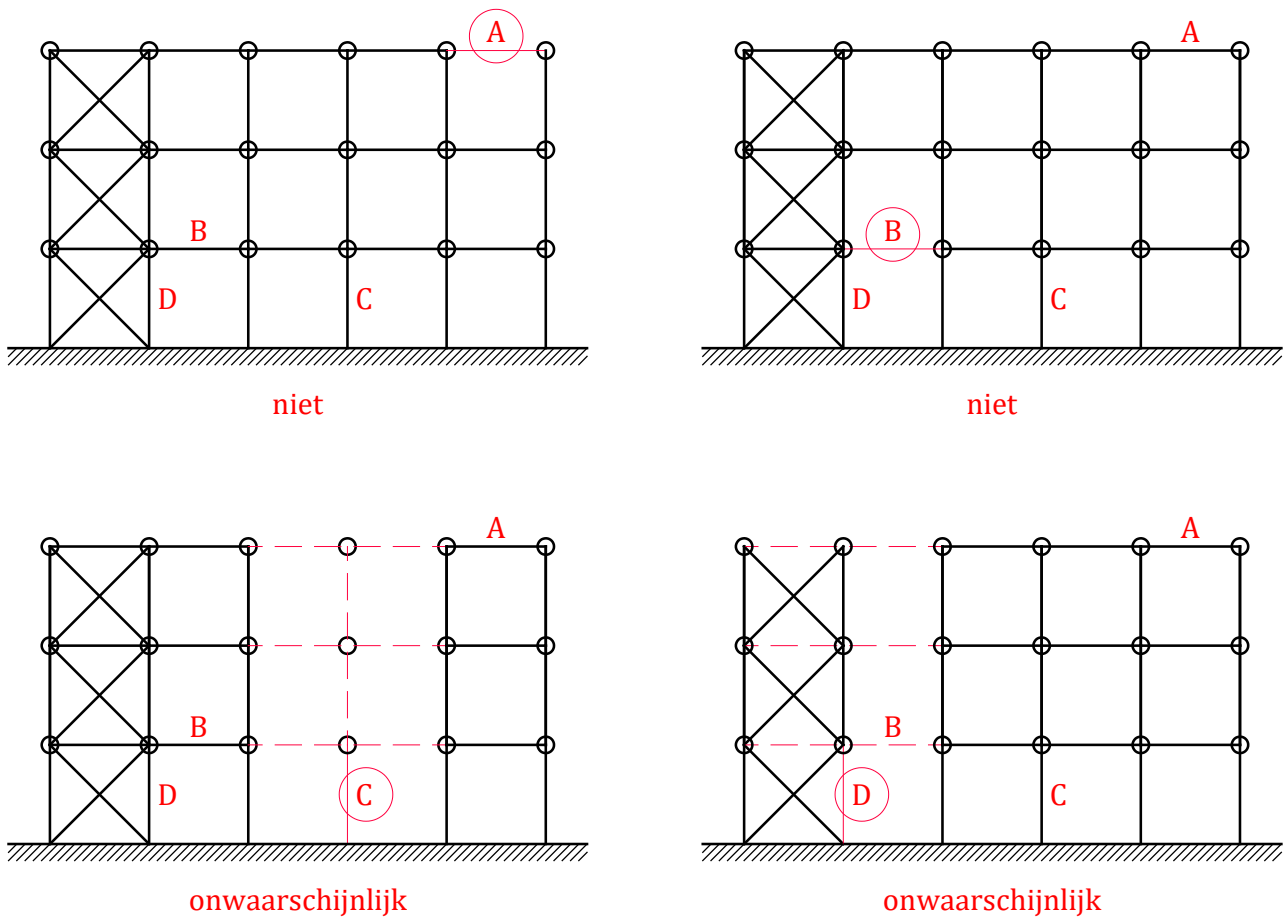
Als de constructie een grote of zeer grote robuustheid bezit (figuur B.3), is de verwachting dat de schadeomvang meer beperkt zal zijn.

Als element A bezwijkt, zal de randkolom op de derde bouwlaag, vanwege zijn momentvaste verbinding met de lagergelegen regel en de kolom op de tweede bouwlaag, in staat kunnen zijn om te blijven staan, zie figuur B.3.

Als element B bezwijkt, zal de constructie zeker niet meer voldoen aan de geldende eisen, echter vanwege de doorgaande kolommen is het zeker mogelijk dat het resterende deel van de constructie blijft staan en de omvang van het bezwijken beperkt is.

Als element C bezwijkt, zal afhankelijk van de capaciteit van de regels het bezwijken beperkt kunnen blijven. Het is ook niet ondenkbaar dat de bovenliggende kolommen en regels zullen bezwijken.

Ook bij het bezwijken van element D zal de schade groter kunnen zijn, maar deze hoeft niet groter te zijn dan bij het bezwijken van element C.

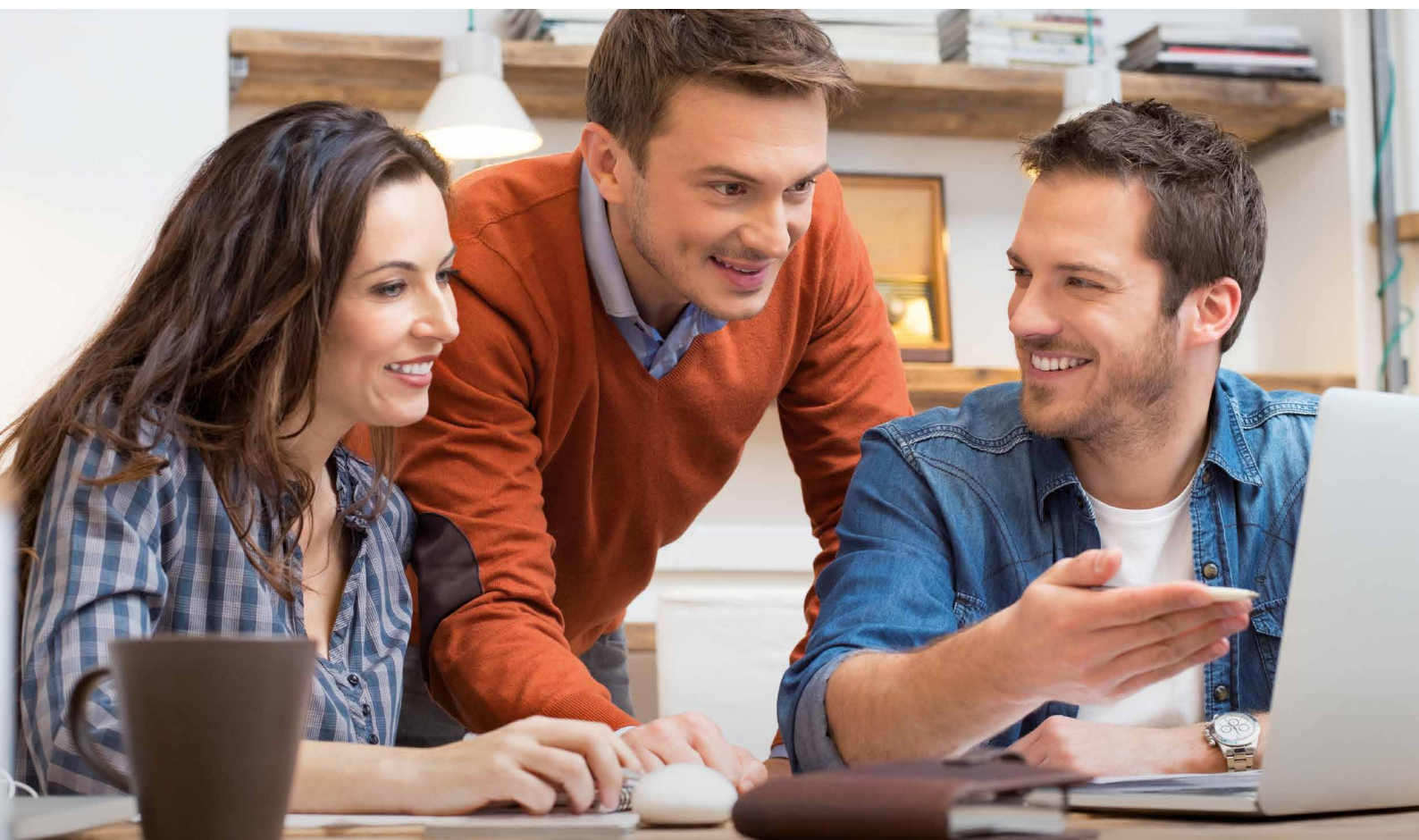


Figuur B.3 — Voortschrijden van het bezwijken bij een zeer robuuste constructie

Bibliografie

NEN 2608, *Vlakglas voor gebouwen – Eisen en bepalingsmethode*

- [1] Rijksoverheid, *Diverse rapporten bij de ontwerp verzamelwijziging van het Besluit Bouwwerken Leefomgeving*, 18-07-2022, te vinden op:
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/07/18/diverse-rapporten-bij-de-ontwerp-verzamelwijziging-van-het-besluit-bouwwerken-leefomgeving>
- [2] VROM Inspectie, *Risicobepaling lichte platte daken*.
- [3] VROM Inspectie, *Instortingen van lichte platte daken - 15056/177*.
- [4] S. Wijte, J. Gijsbers, C. van der Veen en C. Kleinman, *Tandoplegging berekend - Berekening volgens NEN 6720 (VBC 1995)*, nr. 3, 2010.
- [5] VROM Inspectie, *Handreiking voor onderzoek naar schade bij betonconstructies met VZA (Voorspanning Zonder Aanhechting) van voor 1985*.
- [6] Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Verborgene gebreken? Lessen uit de instorting van het dak van het AZ-stadion*, Den Haag, 2020.



Altijd de actuele norm?

Nooit meer zoeken in de systemen en zelf de vraag stellen:
'Heb ik de laatste versie van NTA 8790:2023 nl?'

Via het digitale platform NEN Connect heeft u altijd toegang tot de meest actuele versie van deze norm. Vervallen versies blijven ook beschikbaar. Met een licentie kan de norm via NEN Connect altijd en overal makkelijk geraadpleegd worden, zowel online als offline.

Kies voor slimmer werken en bekijk onze mogelijkheden op www.nenconnect.nl.

Meer informatie over de mogelijkheden

Onze Klantenservice is bereikbaar maandag tot en met vrijdag, van 8.30 uur tot 17.00 uur.

Telefoon: 015 2 690 391

E-mail: klantenservice@nen.nl

nen
connect