

## Context

Hedendaagse ontwikkelingen met betrekking tot de constructieve veiligheid:

In Nederland is de afgelopen 10 jaar sprake van een toenemend aantal instortingen. Het betreft zowel daken en vloeren tijdens gebruik als complete gebouwen tijdens uitvoering.

Er zijn geen statistische gegevens over instortingen en de oorzaken daarvan. Daarom zijn de afgelopen jaren een aantal specifieke instortingen diepgaand onderzocht door de VROM-inspectie, onderzoeksinstituten, de Onderzoeksraad voor Veiligheid, hoogleraren, expertisebureaus en speciaal ingestelde onderzoekscommissies.

Alle onderzoeken wijzen uit, dat er nooit één enkele oorzaak voor een calamiteit is aan te wijzen. Er is altijd sprake van een samenspel van factoren en omstandigheden, die besloten liggen in de keten van actoren die in het bouwproces actief zijn. Al die actoren beïnvloeden met hun handelen en onderlinge afhankelijkheden de constructieve veiligheid van een bouwwerk. Acht organisaties, waaronder de VROM-inspectie, de Betonvereniging en de Vereniging BWT Nederland, hebben recent een aanpak van deze toenemende constructieve onveiligheid gepubliceerd.<sup>1</sup> Deze publicatie en voorgaande onderzoeksresultaten schrijven het toenemende aantal instortingen voornamelijk toe aan een combinatie van onvoldoende toezicht tijdens ontwerp en uitvoering en een gebrek aan constructief inzicht en overzicht van vooral de beginnende constructeur.

Met betrekking tot het constructief ontwerp zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

- Streef naar een helder constructief ontwerpconcept ten aanzien van belastingafdracht en maatgevende bezwijkmechanismen
- Draagconstructies dienen met waarschuwendende vervormingen te bezwijken bij overbelasting
- Ontwerp een tweede draagweg indien vitale constructie elementen kunnen wegvallen
- Controleer geautomatiseerde complexe "black box" berekeningen met behulp van benaderende inzichtelijke ontwerpberoeeningen.

In het kader van de hedendaagse zorgwekkende ontwikkelingen met betrekking tot de constructieve veiligheid, worden de aanbevelingen ter verbetering van deze veiligheid als kernleerdoelen in het leerplan geïmplementeerd:

- Fundamenteel begrip van constructief ontwerpparameters
- Voortschrijdend inzicht tijdens een gecontroleerd constructief ontwerpproces
- Allround kennis van het constructief ontwerpen in verschillende materialen en in wisselwerking met andere participanten van het bouwproces.

De hedendaagse constructeur heeft de beschikking over geavanceerde geautomatiseerde analysemodellen en normverificaties.

Ondanks, of juist door, deze geavanceerde ontwerp- en controlegereedschappen, neemt het begrip en de vakinhoudelijke betrouwbaarheid van de beginnende beroepsbeoefenaar drastisch af. De beginnende constructeur mist een fundamenteel begrip van krachtswerking, inzicht in het constructief ontwerpproces en overzicht over de bijbehorende raakvlakken met de andere ontwerpdisciplines.

In nauw overleg met het werkveld heeft de specialisatie Constructie een onderwijsprogramma samengesteld met een sterke nadruk op:

- Een diepgaand begrip van alle fundamentele parameters met betrekking tot de krachtswerking in standaard draagconstructies, met aandacht voor een heldere modellering, betrouwbaar bezwijkgedrag, optimalisatie op basis van vervorminggestuurde parameters en functionele bruikbaarheid

## Contactpersonen

Voorzitter	Nicole de Veer	06 14 91 64 06	<a href="mailto:nicole@bouwkundevereniging.nl">nicole@bouwkundevereniging.nl</a>
Secretaris	Ben Weller	06 20 61 01 74	<a href="mailto:b.weller@hva.nl">b.weller@hva.nl</a>
Commissaris	Jeroen Bergsma	06 20 63 46 67	<a href="mailto:j.j.bergsma@hva.nl">j.j.bergsma@hva.nl</a>
Commissaris PR	Rick Hospes	06 26 88 80 68	<a href="mailto:rick@bouwkundevereniging.nl">rick@bouwkundevereniging.nl</a>
Commissaris Onderwijs	Lody van Buul	06 27 05 12 80	<a href="mailto:l.vanbuul@schakel-schrale.nl">l.vanbuul@schakel-schrale.nl</a>
Commissaris Evenementen	Peter Canisius	06 12 89 14 09	<a href="mailto:peter@bouwkundevereniging.nl">peter@bouwkundevereniging.nl</a>
	Othman Ben Yahia	06 19 23 80 63	<a href="mailto:ot@bouwkundevereniging.nl">ot@bouwkundevereniging.nl</a>
	Lisette van der Kolk	06 15 11 72 44	<a href="mailto:l.iset@live.nl">l.iset@live.nl</a>

- Inzicht in het constructief ontwerpen ten behoeve van een effectieve optimalisatie van de prestatie/kosten verhouding.

Het constructief ontwerpen geschiedt met behulp van handmatige rekenmodellen op basis van een sterk vereenvoudigde schematisering, die de essentie van de belastingafdracht goed weergeeft. Met deze lineair elastische en plastische rekenmodellen kan de constructeur de ordegrootte vaststellen van belasting en capaciteit. Tevens kunnen hiermee de invloed van statisch onbepaaldheid en bijbehorende opgelegde vervormingen worden voorspeld, voorafgaand aan een meer nauwkeurige computerberekening.

Dit proces vraagt om vroegtijdig en voortschrijdend inzicht. Dus niet zonder inzicht itereren met een computerprogramma en naderhand de ordegrootte met een handmatige berekening controleren. Maar vooraf met een ordegrootte handmatige berekening de draagconstructie ontwerpen. Hiermee vervolgens de invoer van het computerprogramma vaststellen, waarna de uitvoer dient als bevestiging en verfijning van de handmatige berekening.

De keuze van een juist vereenvoudigd rekenmodel vereist een grondige kennis van toegepaste mechanica en van achtergronden en geldigheidsgebied van rekenregels, niet gebaseerd op uitgebreide afleidingen maar op een praktische toepasbaarheid. Deze kennis van achtergronden en geldigheidsgebied is tevens een vereiste voor een juiste toepassing van de voorschriften, zowel binnen als buiten het geldigheidsgebied.

### *Uitstroom*

Een effectief constructief ontwerpproces wordt gekenmerkt door convergentie op basis van voortschrijdend inzicht en een integrale beheersing van alle wezenlijke raakvlakken.

De optimalisatie van de prestatie/kosten verhouding van de gehele levenscyclus van een bouwwerk, inclusief bouwtijd, uitvoering, beheer en onderhoud, is bepalend voor keuze en detaillering van de draagconstructie.

Met uitzondering van de initiatieffase participeert de constructeur in alle levensfasen van een bouwwerk:

- **Initiatief:** De behoeften van de gebruiker worden geborgd door een set van functionele eisen, die definiëren waaraan het bouwwerk uiteindelijk dient te voldoen. Specifieke eisen ten aanzien van de draagconstructie worden op dit abstractieniveau niet rechtstreeks benoemd.

- **Ontwerp en specificatie:** Op basis van de functionele eisen wordt een draagconstructie gecreëerd. De prestatie/kosten verhouding wordt geoptimaliseerd, rekening houdend met de raakvlakken met de gebouwde omgeving. Geometrie en materiaal worden gespecificeerd ten behoeve van de uitvoering.

- **Uitvoering:** Het ontwerp voorziet in een haalbare en geoptimaliseerde uitvoering van de draagconstructie, inclusief tijdelijke constructies. Projectconstructeurs opereren op het niveau van uitgestelde ontwerpactiviteiten, met inbegrip van corrigerende maatregelen in geval van non-conformiteiten.

- **Beheer en onderhoud:** Een onderhoudsvraag of bestemmingswijziging kan leiden tot aanpassing van de draagconstructie. Ook hier betreft het ontwerpactiviteiten.

- **Sloop:** Een gecontroleerde instorting vraagt om een gedegen analyse van de krachtswerking in de draagconstructie en wederom betreft het ontwerpactiviteiten.

De bijdragen van een constructeur aan de totale levenscyclus van een bouwwerk bevinden zich op het niveau van ontwerpactiviteiten.

Elke afzonderlijke ontwerpactiviteit start met eisen waaraan de draagconstructie dient te voldoen en eindigt met een specificatie ten behoeve van de uitvoering ervan. Onafhankelijk van de levensfase van een bouwwerk, de complexiteit van het ontwerp en de contractuele verplichtingen, kan elke ontwerpbijdrage van een constructeur worden beschreven met de volgende fundamentele beroepstaken en bijbehorende karakteristieke kenmerken:

## Contactpersonen

Voorzitter	Nicole de Veer	06 14 91 64 06	<a href="mailto:nicole@bouwkundevereniging.nl">nicole@bouwkundevereniging.nl</a>
Secretaris	Ben Weller	06 20 61 01 74	<a href="mailto:b.weller@hva.nl">b.weller@hva.nl</a>
Commissaris	Jeroen Bergsma	06 20 63 46 67	<a href="mailto:j.j.bergsma@hva.nl">j.j.bergsma@hva.nl</a>
Commissaris PR	Rick Hospes	06 26 88 80 68	<a href="mailto:rick@bouwkundevereniging.nl">rick@bouwkundevereniging.nl</a>
Commissaris Onderwijs	Lody van Buul	06 27 05 12 80	<a href="mailto:l.vanbuul@schakel-schrale.nl">l.vanbuul@schakel-schrale.nl</a>
Commissaris Evenementen	Peter Canisius	06 12 89 14 09	<a href="mailto:peter@bouwkundevereniging.nl">peter@bouwkundevereniging.nl</a>
	Othman Ben Yahia	06 19 23 80 63	<a href="mailto:ot@bouwkundevereniging.nl">ot@bouwkundevereniging.nl</a>
	Lisette van der Kolk	06 15 11 72 44	<a href="mailto:l.iset@live.nl">l.iset@live.nl</a>

## A Creatie van een draagsysteem

- Geometrie en materiaalkeuze
- Dimensionering van de doorsneden met een nauwkeurigheid van  $\pm 30\%$
- Raakvlakkenbeheer en optimalisatie van de prestatie/kosten verhouding

## B Optimalisatie van de krachtswerking

- Analyse, modellering en optimalisatie van de krachtswerking
- Verdere dimensionering met een nauwkeurigheid van  $\pm 10\%$
- Systeemcontrole met de complete set van functionele eisen

## C Definitieve dimensionering en specificatie

- Definitieve dimensionering van doorsneden en details
- Normverificatie van de constructieve veiligheid en de bruikbaarheid
- Uitvoeringsspecificatie

Om het gehele ontwerpproces gecontroleerd te laten verlopen is de volgende meer algemene fundamentele beroepstaak van belang:

## D Procesbeheersing

- Managementmethoden en strategieën

De allround Constructeur beschikt over deskundigheid op het gebied van zowel beton-, staal- als houtconstructies, inclusief funderingen en grondkerende constructies.

Hij kan tevens alle wezenlijke raakvlakken van de eigen beroepsrol met die van de andere deelnemers in een integraal ontwerpproces onderkennen en beheren.

### *Mogelijke functies:*

Tekenaar

Tekenaar / constructeur

### *Doorgroefuncties zijn onder andere:*

Constructeur

Projectleider

### *Werkzaam bij:*

Ingenieursbureau

Constructiebureau van grote aannemer

Bouw- en Woningtoezicht van een gemeente of Rijkswaterstaat

De studenten die kiezen voor deze specialisatierichting vervolgen hun opleiding onder verantwoordelijkheid van de opleiding Civiele Techniek.

## Contactpersonen

Voorzitter	Nicole de Veer	06 14 91 64 06	<a href="mailto:nicole@bouwkundevereniging.nl">nicole@bouwkundevereniging.nl</a>
Secretaris	Ben Weller	06 20 61 01 74	<a href="mailto:b.weller@hva.nl">b.weller@hva.nl</a>
Commissaris	Jeroen Bergsma	06 20 63 46 67	<a href="mailto:j.j.bergsma@hva.nl">j.j.bergsma@hva.nl</a>
Commissaris PR	Rick Hospes	06 26 88 80 68	<a href="mailto:rick@bouwkundevereniging.nl">rick@bouwkundevereniging.nl</a>
Commissaris Onderwijs	Lody van Buul	06 27 05 12 80	<a href="mailto:l.vanbuul@schakel-schrale.nl">l.vanbuul@schakel-schrale.nl</a>
Commissaris Evenementen	Peter Canisius	06 12 89 14 09	<a href="mailto:peter@bouwkundevereniging.nl">peter@bouwkundevereniging.nl</a>
	Othman Ben Yahia	06 19 23 80 63	<a href="mailto:ot@bouwkundevereniging.nl">ot@bouwkundevereniging.nl</a>
	Lisette van der Kolk	06 15 11 72 44	<a href="mailto:l.iset@live.nl">l.iset@live.nl</a>