

## **Brand 1 (Brandveiligheid)**

Door de vervanging van Bouwbesluit 2003 door Bouwbesluit 2012 zijn de veiligheidseisen bij brand aangepast en is ook de terminologie gewijzigd. De inhoud van de introductietekst bij paragraaf 1.4 en de tekst van de paragrafen 1.4.1 en 1.4.2 wordt daarom integraal vervangen. De wijzigingen zijn in rood aangegeven.

### **1.4 Veiligheidseisen bij brand**

Deze paragraaf bespreekt de veiligheidseisen die aan een bouwconstructie worden gesteld in geval van brand. De volgende onderwerpen worden daarbij behandeld:

- achtergronden van en eisen in het **Bouwbesluit 2012**;
- constructieve veiligheid bij brand en uitleg van de begrippen 'beschermde vluchtroute', 'hoofd' draagconstructie' en 'reductie bij geringe permanente vuurbelasting';
- principe van de gelijkwaardigheid.

#### **1.4.1 Bouwbesluit**

Het Bouwbesluit **2012** stelt per gebruiksfunctie eisen aan veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu, **aan de installaties en aan het gebruik**. Het gedeelte over veiligheid is onderverdeeld in constructieve veiligheid, sterkte bij brand, gebruiksveiligheid, sociale veiligheid en brandveiligheid.

In de afdeling 'brandveiligheid' stelt het Bouwbesluit eisen aan de vluchtroutes, aan de materialen die bijdragen aan de brandvoortplanting, aan de rookproductie van materialen en aan compartimentering. **De afdeling 'sterkte bij brand' beschrijft** de eisen voor de brandwerendheid van constructies. De officiële normteksten spreken steeds van de 'brandwerendheid met betrekking tot bezwijken' **of de 'tijdsduur waarbinnen een constructie niet mag bezwijken'**; dit in tegenstelling tot de 'brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie'. Dit laatste is voor stalen draagconstructies minder vaak relevant. Daarom wordt in dit hoofdstuk de term 'brandwerendheid met betrekking tot bezwijken' verkort tot 'brandwerendheid'.

**Traditioneel is de brandwerendheid de 'tijd gedurende welke een constructieonderdeel bij verhitting volgens de standaardbrandkromme weerstand kan bieden aan de erop werkende belasting'**. De standaardbrandkromme beschrijft het veronderstelde verloop van de temperatuur in de tijd en is gedefinieerd in NEN-EN 1991-1-2<sup>[3]</sup>, art. 3.1 (afb. 1.23). **Bouwbesluit 2012 omschrijft het begrip 'brandwerendheid' echter minder strikt en verwijst voor de bepaling ervan naar NEN-EN 1991-1-2, waarin de brandwerendheid algemener is gedefinieerd als het 'vermogen van een constructie(onderdeel) om de erop werkende belasting te dragen gedurende een specifieke blootstelling aan brand en gedurende een bepaalde tijdsduur'**. Hiermee wordt de mogelijkheid geboden andere brandkrommen dan de **standaardbrandkromme te beschouwen, bijvoorbeeld een 'natuurlijke brandkromme' die per situatie kan verschillen.**

De 'brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie' is relevant voor constructies die een brandscheiding vormen (vloeren, brandwanden en gevels). Het is de tijdsduur (in minuten) dat een constructie de scheidende functie kan vervullen bij blootstelling aan de standaardbrand. **Ook bij het bepalen van de brandwerendheid**

met betrekking tot de scheidende functie zijn andere brandkrommen toegestaan, maar dit is in de 'normale' – experimentele – bepalingmethode niet gebruikelijk.

De belangrijkste criteria die bij de scheidende functie een rol spelen worden aangeduid met de letters R, E, I en W.

- criterium R: dragende functie (geen bezwijken);
- criterium E: vlamdichtheid betrokken op de afdichting (geen vlammen of hete gassen aan de niet-verhitte zijde);
- criterium I: thermische isolatie betrokken op de oppervlaktetemperatuur (aan de niet-verhitte zijde geen grotere temperatuurstijging dan lokaal 180 °C of gemiddeld 140 °C);
- criterium W: thermische isolatie betrokken op de warmtestraling (op 1 m van de niet-verhitte zijde geen grotere straling dan 15 kW/m<sup>2</sup>).

Het hangt van het type scheidingsconstructie af welke combinatie van criteria van toepassing is:

- vloer of binnenwand: REI;
- gevel beoordeeld van binnen naar buiten (brand binnen die uitbreidt naar buiten): REW
- gevel beoordeeld van buiten naar binnen (brand buiten die uitbreidt naar binnen) bij een gereduceerde standaardbrandkromme met een maximale temperatuurstijging van 659 °C: REI;
- beglaasde binnenwanden: REW;
- rookscheidingen: RE.

Het Bouwbesluit onderscheidt de volgende vier soorten gebruiksfuncties:

- woonfunctie;
- slaapgebouwen met een niet-woonfunctie: cel-, logies- en gezondheidszorgfunctie (met een bedgebied);
- niet-slaapgebouwen: gezondheidszorg- (zonder bedgebied), industrie-, kantoor-, onderwijs-, sport-, winkel- en overige gebruiksfunctie (bijvoorbeeld parkeergarage);
- bouwwerken, geen gebouw zijnde (bijvoorbeeld tunnels, bruggen en masten).

Voor bouwwerken, geen gebouw zijnde (d) volstaat het Bouwbesluit met functionele eisen. De concrete invulling hiervan wordt overgelaten aan de **aanvrager (in overleg met de gemeente)**. Voor de overige bouwwerken (a, b en c) stelt het Bouwbesluit wel eenduidige prestatie-eisen. Voor elke gebruiksfunctie wordt een onderscheid gemaakt tussen nieuwbouw, **verbouw** en bestaande gebouwen, waarbij in het algemeen voor nieuwbouw de hoogste eisen gelden.

#### 1.4.2 Constructieve veiligheid bij brand

Constructieve veiligheid bij brand heeft direct te maken met de volgende twee doelstellingen:

- er voor zorgen dat mensen na het uitbreken van brand tijdig en veilig het gebouw kunnen ontluchten (eisen aan de instandhouding van vluchtroutes);
- het beperken van de gevolgschade (in eerste instantie 'bij de burens', maar ook aan andere compartimenten in het brandende gebouw) en met name het voorkomen van voortschrijdende instorting (eisen aan de 'hoofd'draagconstructie).

Opgemerkt wordt dat Bouwbesluit 2012 de term 'hoofddraagconstructie' niet (meer) kent, maar een omschrijving in woorden hanteert in de vorm van een eis: 'Een

bouwconstructie van een gebruiksfunctie met een vloer van een gebruiksgebied hoger dan 5 m boven het meetniveau of lager dan 5 m onder het meetniveau bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin de bouwconstructie niet ligt, niet binnen 90 minuten door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan het brandcompartiment'. Dit boek gebruikt vanwege de duidelijkheid en de eenvoud de term 'hoofd'draagconstructie met dezelfde betekenis als de omschrijving in het Bouwbesluit; in gewoon Nederlands: 'de constructie waarvan het bezwijken leidt tot het bezwijken van constructies in een ander brandcompartiment'.

Voor de in rekening te brengen belastingen bij brand verwijst het Bouwbesluit naar NEN-EN 1990<sup>[4]</sup> en NEN-EN 1991-1-2.

### *Vluchtroute*

De eerste doelstelling betekent in de praktijk dat de vluchtroutes vanuit het brandende (sub)brandcompartiment in het gebouw gedurende een bepaalde tijd intact moeten blijven (zelf niet instorten), begaanbaar moeten blijven (vrij van ingestorte andere bouwdelen) en vrij van rook moeten blijven. Om deze redenen geldt voor nieuw te bouwen gebouwen (gebruiksfuncties a, b en c) een eis van 30 minuten brandwerendheid voor alle constructiedelen waarvan het bezwijken bij brand leidt tot het onbruikbaar worden van een vluchtroute bij brand in een ander subbrandcompartiment. Denk bijvoorbeeld aan de vloer van een compartiment boven het brandende compartiment waarover een vluchtroute voert. Bouwconstructies die deze vloeren of trappenhuisen dragen, moeten eveneens aan deze eis voldoen. Een subbrandcompartiment is (een deel van) een brandcompartiment dat bij brand in dat compartiment in korte tijd (binnen een halve minuut) kan worden ontruimd. Binnen dat subbrandcompartiment gelden daartoe eisen aan onder meer de maximale loopafstanden. Na het verlaten van het subbrandcompartiment waar de brand heerst, beginnen twee aparte vluchtroutes of één beschermde vluchtroute. Bij brand in een subbrandcompartiment mogen deze vluchtroutes niet binnen 30 minuten instorten door het instorten van het brandende subbrandcompartiment. Het gaat dus altijd om het effect van brand in een subbrandcompartiment op de vluchtroutes in andere subbrandcompartimenten (dus waar geen brand is). Wanneer dit effect een instorting is van een ander subbrandcompartiment, bedraagt de brandwerendheidseis altijd 30 minuten. In alle andere gevallen geldt er geen eis. Voor elk afzonderlijk subbrandcompartiment moet dit scenario worden beoordeeld en kunnen eisen worden gesteld aan de constructie.

### *'Hoofd'draagconstructie*

De tweede doelstelling betekent dat de 'hoofd'draagconstructie van een gebouw – bij brand in een bepaald brandcompartiment – gedurende een zekere tijdsduur in staat moet zijn de belasting te weerstaan om voortschrijdende instorting te voorkomen van de constructie in andere brandcompartimenten (dus die waarin geen brand heerst). De constructeur is snel geneigd om bij brand vrijwel de gehele constructie tot de 'hoofd'draagconstructie te rekenen en dat is meestal niet correct. Bij brand moet namelijk worden gekeken naar het effect van bezwijken van de constructie op het niveau van brandcompartimenten. Afbeelding 1.24 geeft enkele voorbeelden van de 'hoofd'draagconstructie voor woningen, kantoren en logiesgebouwen. De constructie van een brandcompartiment mag bezwijken, zolang andere brandcompartimenten (waar geen brand heerst) maar intact blijven. Is dit laatste niet het geval, dan gelden de hogere brandwerendheidseisen. Dit betekent dat gebouwen met maar één brandcompartiment – zoals vrijstaande woningen en kleine kantoorgebouwen of hallen

– géén **brandwerendheidseisen** hebben **in het kader van voortschrijdend bezwijken**. Dit **geldt ook voor** rijtjeshuizen waarvan het bezwijken van één woning beperkt blijft tot die ene **woning**.

De vereiste brandwerendheid van de **'hoofd'draagconstructie** hangt af van de bestemming en van de hoogte van het gebouw (afb. 1.25). Voor utiliteitsgebouwen met vloeren van een verblijfsgebied die niet hoger liggen dan 5 m boven het aansluitende terrein (gemeten ter plaatse van de hoofdtoegang) én waarin wordt overnacht – bijvoorbeeld hotels of ziekenhuizen – geldt een eis van 60 minuten. Wordt in zo'n gebouw niet overnacht, dan geldt er geen eis.

Voorbeelden hiervan zijn hallen en lage scholen en kantoren met één of twee bouwlagen. Voor hogere gebouwen – gelet op de ligging van de hoogste vloer van een verblijfsgebied – gelden zwaardere eisen: 90 minuten. In slaapgebouwen geldt een verhoogde eis van 120 minuten wanneer de bovenste vloer hoger ligt dan 13 m boven het aansluitende terrein.

Voor woongebouwen gelden dezelfde brandwerendseisen als voor utiliteitsgebouwen. Het enige verschil is de maatgevende ligging van de hoogste vloer bij lage woongebouwen: de grens ligt bij woningen op 7 m boven maaiveld (zie afb. 1.25).

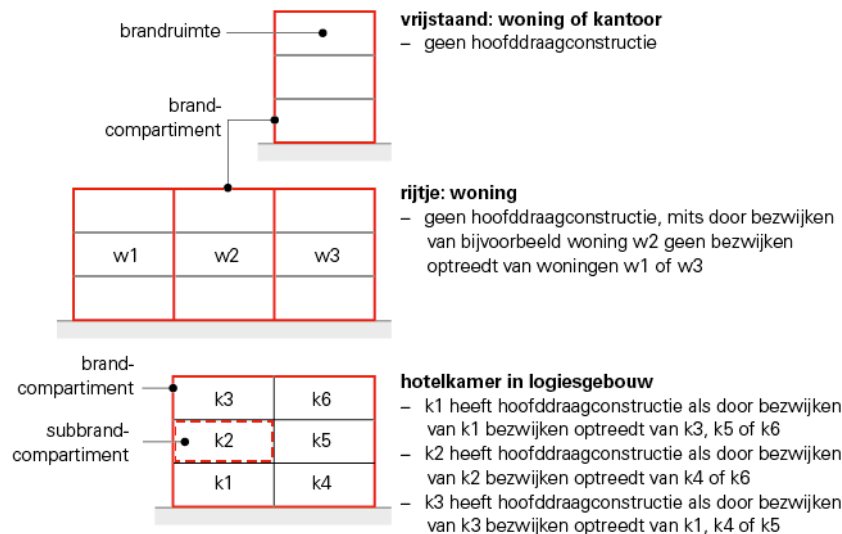
Let op. Hoewel er soms geen brandwerendheidseisen gelden aan de **draagconstructies** van lage gebouwen **in het kader van voortschrijdend bezwijken** betekent dat niet dat er helemaal geen eisen gelden. Er kunnen namelijk ook brandwerendheidseisen aan deze constructiedelen worden gesteld in verband met het veilig ontluchten óf het voorkomen van uitbreiding van de brand naar andere compartimenten of gebouwen. Deze eisen bedragen in het algemeen niet meer dan 30 minuten. Voor meer informatie over de Bouwbesluiteisen wordt verwezen naar [7].

#### *Reductie bij geringe permanente vuurbelasting*

De eisen voor de **'hoofd'draagconstructie** mogen met 30 minuten worden verlaagd, wanneer kan worden aangetoond dat de permanente vuurbelasting lager is dan 500 MJ of 26 kg vurenhout per vierkante meter vloeroppervlak. De permanente vuurbelasting is de verbrandingswaarde van alle vergunningplichtige bouwdelen. Hierbij hoeft geen rekening te worden gehouden met de afbouw zoals plinten, plafonds, niet-dragende scheidingswanden en binnendeuren. Ook de vuurbelasting van de inventaris en andere door de gebruiker in te brengen goederen tellen niet mee: hiermee is bij het vaststellen van de hoogte van de brandwerendheidseisen al rekening gehouden. De achtergrond van de verlaging van de eisen bij een geringe permanente vuurbelasting is dat de brandduur korter is. Bij woningen geldt een eventuele reductie van 30 minuten overigens uitsluitend voor lage woongebouwen met een hoogste vloer lager dan 7 m boven maaiveld.

Vervang het bijschrift en afb. 1.24 door:

1.24 **'Hoofd'draagconstructie** voor verschillende typen woningen, kantoren en logiesgebouwen. Van belang is wat er in andere brandcompartimenten gebeurt wanneer de constructie van het brandende brandcompartiment bezwijkt.



Vervang het bijschrift bij afb. 1.25 door:

1.25 Brandwerendheidseisen voor 'hoofd'draagconstructies van nieuwbouw van utiliteitsgebouwen (niet tot bewoning bestemde gebouwen) en woongebouwen.

## Brand 2 (Berekenen van de brandwerendheid)

p. 2-3 Afbeelding 2.2: vervang in de legenda boven de grafiek 'formule (9.2)' door 'formule (2.2)'.

Vervang formule (2.2) door:

$$k_{y,\theta} = \frac{f_{y,\theta}}{f_y} = \left( 0,9674 \left( e^{\frac{\theta_a - 482}{39,19}} + 1 \right) \right)^{-1/3,833} \quad \text{met } 20^\circ\text{C} < \theta_a \leq 1140^\circ\text{C}$$

p. 2-4 Regel 7 van boven: vervang 'altijd groter dan' door 'altijd kleiner dan'.

Zin 1 na formule (2.4): vervang 'één bouwlaag' door 'twee bouwlagen'.

Zin 2 na formule (2.4): vervang 'twee of meer' door 'drie of meer'.

Zin 3 na formule (2.4): vervang 'slechts één bouwlaag' door 'twee bouwlagen'.

p. 2-5 Vervang de laatste formule in tabel 2.4 door:

$$\frac{b + 2t_f}{bt_f} \approx \frac{1}{t_f} \quad (\text{voor } t_f \ll b)$$

p. 2-7 Tabel 2.8: vervang bij 'overige profielen' in doorsnedeklasse 3 bij belast op druk 'h/t ≤ 15ε' door 'h/t ≤ 15ε én (b + h)/2t ≤ 11,5ε'.

p. 2-26 Laatste regel: vervang in de formule '435,5' door '435,6'.

p. 2-29 Laatste regel: vervang 'afbeelding 2.10' door 'afbeelding 2.11'.

p. 2-32 Regel 2 onder de kop '2.7.2 Berekeningsmethoden': vervang 'geïntegreerde' door 'geïntegreerde ligger'.

p. 2-35 In formule (2.25): vervang 2x 't<sub>u</sub>' door 't<sub>p</sub>'.

Regel 8 na formule (2.25): vervang 't<sub>u</sub> dikte van de onderflens of onderplaat in mm.' door 't<sub>p</sub> dikte van de onderplaat in mm.'.

Regel 9 van onderen, laatste woord: vervang 'tijd' door 'temperatuur'.

p. 2-36 Laatste regel onder kop 'SFB': vervang 'e<sub>2</sub>' door 'e<sub>2</sub> en t<sub>p</sub> door t<sub>f</sub>'.

p. 2-41 Regel 2 van onder in formule voor C<sub>p</sub>: vervang 2x 't<sub>u</sub>' door 't<sub>p</sub>'.

p. 2-42 Regel 7 van boven: vervang 'e<sub>2</sub>' door 'e<sub>2</sub> en t<sub>p</sub> door t<sub>f</sub>'.

8e regel van boven in formule voor C<sub>f</sub>: vervang 2x 't<sub>u</sub>' door 't<sub>f</sub>'.

Regel 12 van onder in formule voor C<sub>f</sub>: vervang 2x 't<sub>u</sub>' door 't<sub>f</sub>'.

p. 2-43 Regel 5 van boven: vervang 'A<sub>f,eff</sub>' door 'A<sub>BF,eff</sub>'.

- p. 2-46 Regel 8 van boven: vervang 'Ga uit van' door 'Uit het nomogram is af te lezen dat bij een temperatuur  $\theta_{a,cr} = 634$  °C een brandwerendheid van 120 minuten wordt behaald met een bekleding met.
- p. 2-47 In literatuur 7, regel 3 van boven: vervang 'wordt naar verwachting in de loop van 2010' door 'is in 2013'.

### **Brand 3 (Fire safety engineering)**

- p. 3-18 Verwijder literatuur nr. 6 (dit is literatuur nr. 7).
- p. 3-19 Vervang literatuur 23 door: 'NEN 6055 (Thermische belasting op basis van het natuurlijk brandconcept. Bepalingsmethode), 2011'.

### **Brand 4 (Ontwerptabellen)**

- p. 4-16 Toelichting onder (vervolg)tabel 4.7:  
t/m vervang 'plastische benuttingsgraad' door 'relatieve slankheid', en
- p. 4-32 vervang 'relatieve slankheid' door 'plastische benuttingsgraad'.