

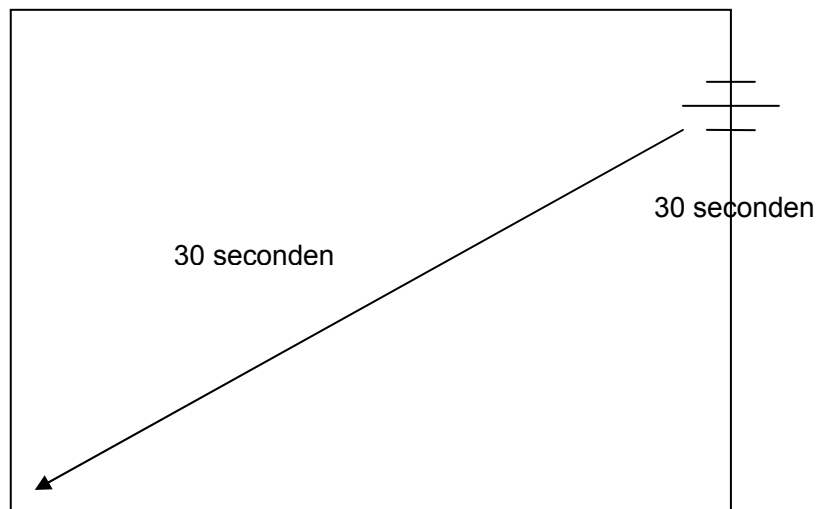
Ontvluchting

Kennisbank Bouwfysica
Auteur: ing. Susan Eilander

1 Ontvluchting van een rookcompartiment en het gebouw waarin het rookcompartiment is gelegen

Aan de ontvluchting binnen een rookcompartiment worden in het Bouwbesluit eisen gesteld. Deze prestatie-eis wordt per gebruiksfunctie uitgedrukt in een maximaal toegestane loopafstand vanaf een punt in het rookcompartiment tot de toegang van het rookcompartiment.

Als algemene regel geldt dat je een rookcompartiment binnen een minuut moet kunnen ontruimen. De bedoeling is te voorkomen dat - bij het uitbreken van brand - de in een rookcompartiment aanwezige personen een lange weg door de rook moeten afleggen. In beginsel wordt ervan uitgegaan dat een persoon 30 seconden door de rook kan afleggen, met een snelheid van 1 m/s. In de onderstaande figuur is het principe weergegeven.



figuur 1. principe ontvluchting rookcompartiment

In artikel 2.173 wordt gesteld dat de opvang- en doorstroomcapaciteit van een ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, moet voldoen aan de voorschriften die in de Ministeriële Regeling worden gegeven. Hierin wordt gesteld dat in beginsel een rookvrije vluchtroute (trappenhuis) in 15 minuten ontruimd moet zijn. Wanneer in het trappenhuis rooksluizen zijn toegepast, mag de ontruimingstijd worden verlengd naar 20 minuten. Bij toepassing van een veiligheidstrappenhuis mag de ontruimingstijd van het trappenhuis maximaal 30 minuten bedragen.

2 Doorstroming via deuren

De vereiste breedte van de toegangsdeuren van een rookcompartiment en een verblijfgebied wordt bepaald door het gebruiksoppervlak van het rookcompartiment of het verblijfgebied te vermenigvuldigen met een factor. Deze factor is afhankelijk van de bezettingsgraadklasse en

de gebruiksfunctie. De eisen worden weergegeven in artikel 2.146 en 2.148 van het Bouwbesluit. De minimum doorgangsbreedte is 600 mm.

De bezettingsgraad is het aantal mensen dat in een gebouw per m² aanwezig is. Daarin worden vijf klassen onderscheiden (zie tabel 1). Volgens de tabel geldt er een onder- en bovengrenswaarde per bezettingsgraadklasse. Bij de bepaling van de benodigde doorstroombreedte voor een bouwvergunning wordt er over het algemeen gerekend met een rekenwaarde voor de bezettingsgraadklasse.

	in m ² gebruiksoppervlakte per persoon	rekenwaarde in m ² gebruiksoppervlakte per persoon	in m ² vloeroppervlakte aan verblijfgebied per persoon	rekenwaarde in m ² vloeroppervlakte aan verblijfgebied per persoon
B1	> 0,8 - ≤ 2,0	1,2	> 0,5 - ≤ 1,3	0,8
B2	> 2,0 - ≤ 5,0	3,0	> 1,3 - ≤ 3,3	2,0
B3	> 5,0 - ≤ 12,0	7,5	> 3,3 - ≤ 8,0	5,0
B4	> 12,0 - ≤ 30,0	18,0	> 8,0 - ≤ 20,0	12,0
B5	> 30	45,0	> 20	30,0

tabel 1. bezettingsgraadklasse en rekenwaarde

Het Bouwbesluit rekent (uitgaande van de rekenwaarde) met een doorstromsnelheid door de openingen van 90 personen per minuut per m¹ deurbreedte.

Bovenstaande wordt met een voorbeeld nader toegelicht:

Voorbeeld 1

Een rookcompartiment heeft een gebruiksoppervlakte van 500 m². In het rookcompartiment is een bijeenkomstfunctie gehuisvest met bezettingsgraadklasse B2.

Wat is de vereiste deurbreedte van het rookcompartiment?

- artikel 2.148 lid 3: factor = 3,7
- vereiste deurbreedte = 500 x 3,7 = 1.850 mm = 1,85 meter

Met hoeveel mensen moet er in het rookcompartiment worden gerekend?

- deurbreedte x 90 personen / minuut / m¹ = 1,85 x 90 = 166 personen of
- gebruiksoppervlak / rekenwaarde bezettingsgraadklasse = 500 / 3 = 166 personen

In de Model Bouwverordening worden eveneens eisen gesteld aan het aantal mensen dat maximaal op een uitgang aangewezen mag zijn. Tabel 2 geeft het overzicht zoals dat wordt weergegeven in de toelichting bij bijlage 3 van de Model Bouwverordening inclusief de 9^e serie wijzigingen.

aard van de ruimte	maximaal toelaatbaar aantal personen
ruimte met één uitgang	5
brandgevaarlijke ruimte waarin:	
1. de interne loopafstand < 15 m en	
2. een raam, luik, brandladder o.i.d. aanwezig is	
niet-brandgevaarlijke ruimte waarin de interne loopafstand < 30 m en	met vanaf de buitenkant van de uitgang slechts één vluchtweg 0,9 x breedte van de uitgang in cm, maximaal 25
	met vanaf de buitenkant van de uitgang twee vluchtwegen 0,9 x breedte van de uitgang in cm, maximaal 100
ruimte met meer dan één uitgang	de laagste van de uitkomsten 1 en 2: 1. 0,9 x de gezamenlijke breedte van de uitgangen in cm 2. het aantal uitgangen x 200 ¹

tabel 2. toelichting bij bijlage 3 van de Model Bouwverordening (wordt herzien)

Bij tabel 2 gelden drie belangrijke opmerkingen:

1. In Bouwbesluit 2003 wordt gesteld dat ramen, luiken, brandladders, kooiladders etc. niet meer zijn toegestaan als uitgang van een brandgevaarlijke ruimte. Verkeersruimten en rookvrije vluchtroutes moeten voeren over vloeren, trappen of hellingbanen.
2. Met de in tabel 2 gebruikte term "vluchtweg" wordt volgens de terminologie van het Bouwbesluit 2003 een "rookvrije vluchtroute" bedoeld.
3. met de in tabel 2 gebruikte term "ruimte" wordt volgens de terminologie van het Bouwbesluit 2003 een "rookcompartiment" bedoeld.

De eisen aan de maximaal toegestane hoeveelheid mensen in rookcompartimenten met slechts één rookvrije vluchtroute of waarbij de rookvrije vluchtroutes samenvallen in een brand- en rookvrije vluchtroute zijn verwerkt in het Bouwbesluit 2003. Met onderstaande voorbeelden wordt dit toegelicht:

Voorbeeld 2

Rookcompartiment gebruiksoppervlak $187,5 \text{ m}^2$ met kantoorfunctie bezettingsgraadklasse B3. Op basis van de rekenwaarde van de bezettingsgraad kunnen er $187,5 / 7,5 = 25$ personen worden toegestaan.

Volgens artikel 2.156 lid 5 van het Bouwbesluit kunnen de rookvrije vluchtroutes samenvallen als het gebruiksoppervlak niet groter is dan $187,5 \text{ m}^2$.

Conclusie 2A:

Volgens het Bouwbesluit is één rookvrije vluchtroute toegestaan

Conclusie 2B:

Volgens de Model Bouwverordening zijn maximaal 25 personen toegestaan (niet brandgevaarlijke ruimte waarin de interne loopafstand $< 30 \text{ m}$ en met vanaf de buitenkant van de uitgang slechts één vluchtweg = rookcompartiment met maar één rookvrije vluchtroute)

Voorbeeld 3

Rookcompartiment gebruiksoppervlak 750 m^2 met kantoorfunctie bezettingsgraadklasse B3. Op basis van de rekenwaarde van de bezettingsgraad kunnen er $750 / 7,5 = 100$ personen worden toegestaan.

Volgens artikel 2.156 lid 6 van het Bouwbesluit kunnen de rookvrije vluchtroutes samenvallen als het samenvallende deel een brand- en rookvrije vluchtroute is en het gebruiksoppervlak niet groter is dan 750 m^2 .

Conclusie 3A:

Volgens het Bouwbesluit mogen de 2 rookvrije vluchtroutes in een brand- en rookvrije vluchtroute samenvallen

Conclusie 3B:

Volgens de Model Bouwverordening zijn maximaal 100 personen toegestaan (niet brandgevaarlijke ruimte waarin de interne loopafstand $< 30 \text{ m}$ en met vanaf de buitenkant van de uitgang twee vluchtwegen = rookcompartiment met twee rookvrije vluchtroutes, die mogen samenvallen in een brand- en rookvrije vluchtroute)

3 Opvang- en doorstroomcapaciteit van trappenhuizen

Ook de opvang- en doorstroomcapaciteit van trappenhuizen speelt een belangrijke rol bij gebouwevacuatie. De toelichting van de Ministeriële Regeling geeft de volgende rekenmethode voor de bepaling van de opvang- en doorstroomcapaciteit. Deze op kantoor- en logiesfuncties toegesneden methode gaat uit van het volgende:

4 Opvangcapaciteit van een vluchttrappenhuis

Het minimum aantal mensen dat moet worden opgevangen per bouwlaag in het vluchttrappenhuis is gelijk aan de hoogste getalwaarde uit de volgende formules:

a. $\frac{V_{B1}}{0,8} + \frac{V_{B2}}{2} + \frac{V_{B3}}{5} + \frac{V_{B4}}{12} + \frac{V_{B5}}{30}$, en

b. $\frac{G_{B1}}{1,2} + \frac{G_{B2}}{3} + \frac{G_{B3}}{7,5} + \frac{G_{B4}}{18} + \frac{G_{B5}}{45}$,

V_{Bi} : de getalswaarde van de totale vloeroppervlakte in m² aan verblijfgebied met bezettingsgraadklasse B_i , die is aangewezen op de vluchtroutes die over die vloer het vluchttrappenhuis binnenkomen;

G_{Bi} : de getalswaarde van de totale gebruiksoppervlakte op de bouwlaag in m² aan ruimte met bezettingsgraadklasse B_i , die is aangewezen op de vluchtroutes die over die vloer het vluchttrappenhuis binnenkomen, waarbij een rookcompartiment of een subbrandcompartiment als één ruimte mag worden beschouwd.

De aanwezige opvangcapaciteit van een bouwlaag in een vluchttrappenhuis is gelijk aan de som van de opvangcapaciteiten van de vloeren en treden:

- de vloer van de bouwlaag in het vluchttrappenhuis waarover de vluchtroutes het vluchttrappenhuis binnenkomen;
- alle trappen en vloeren in het vluchttrappenhuis die vervolgens in de vluchtrichting worden gepasseerd totdat in het vluchttrappenhuis een vloer van een andere bouwlaag wordt bereikt waarover een andere vluchtroute het vluchttrappenhuis binnenkomt.

Daarbij geldt:

- de opvangcapaciteit van een vloer bedraagt 4 personen per m² vrije vloeroppervlakte;
- de opvangcapaciteit van de trede van een trap, als bedoeld in kolom A van tabel 2.28b van het besluit, uitgedrukt in personen, is gelijk aan $0,5 \times$ de breedte van de trap, uitgedrukt in meters;
- de opvangcapaciteit van de trede van een trap, als bedoeld in kolom B van tabel 2.28b van het besluit, uitgedrukt in personen, is gelijk aan $0,9 \times$ de breedte van de trap, uitgedrukt in meters.

Wanneer de aanwezige opvangcapaciteit groter is dan de benodigde opvangcapaciteit, wordt voldaan aan het gestelde in het Bouwbesluit.

5 Doorstroomcapaciteit van een vluchtrappenhuis

Vanaf een punt in een vluchtrappenhuis heeft een rookvrije vluchtroute een doorstroomcapaciteit van ten minste:

$$\frac{P_k}{t - n}$$

- P_k : het totaal aantal personen dat bepaald overeenkomstig onderdeel 1 van de bovengenoemde bepalingsmethode voor de opvangcapaciteit op een eerder punt van de vluchtroute het vluchtrappenhuis binnenkomt;
- t : de toegestane ontruimingstijd van het vluchtrappenhuis in minuten;
- n : het aantal bouwlagen van het vluchtrappenhuis dat zich bevindt tussen het gedeelte van de vluchtroute en de vloer ter plaatse van de toegang van het aansluitende terrein waarop de vluchtroute is aangewezen, waarbij een bouwlaag waarop geen vluchtroute het vluchtrappenhuis binnenkomt buiten beschouwing blijft.

De toegestane ontruimingstijd (t) van het vluchtrappenhuis bedraagt:

- 30 minuten, voor zover de vluchtroute door een veiligheidstrappenhuis voert;
- 20 minuten, als de vluchtroute, voor zover die door een vluchtrappenhuis voert, slechts vanuit een verblijfgebied kan worden bereikt door een verkeersruimte die een lengte heeft van ten minste twee meter en die ingericht is als rookcompartiment;
- 15 minuten, voor zover de vluchtroute niet door een veiligheidstrappenhuis voert.

De doorstroomcapaciteit van een gedeelte van een vluchtroute wordt als volgt bepaald:

- als de vluchtroute over een vloer voert, is de doorstroomcapaciteit van de vluchtroute, uitgedrukt in personen per minuut, gelijk aan 90 x de breedte van de vrije doorgang van de vluchtroute in meters;
- als de vluchtroute voer een trap voert als bedoeld in kolom A van tabel 2.28b van het Bouwbesluit, is de doorstroomcapaciteit van de vluchtroute, uitgedrukt in personen per minuut gelijk aan 25 x de breedte van de trap, in meters;
- als de vluchtroute over een trap voert als bedoeld in kolom B van tabel 2.28b van het Bouwbesluit, is de doorstroomcapaciteit van de vluchtroute, uitgedrukt in personen per minuut gelijk aan 45 x de breedte van de trap, in meters.

De doorstroomcapaciteit van het trappenhuis hoeft niet op elke plaats gelijk te zijn, maar mag bij gebruik van deze methode, in de vluchtrichting, nooit zover afnemen dat de capaciteit als gevolg van opstoppingen (opstuwing) in gevaar komt. De doorstroomcapaciteit van het trappenhuis wordt bepaald door het meest knellende punt in het trappenhuis (de smalste doorgang).

Praktisch gezien kan een gebouw dus maximaal 30 bouwlagen hebben uitgaande van deze rekenmethode. In het kader van gelijkwaardige veiligheid is een hoger gebouw onder voorwaarden wellicht mogelijk.

6 Gebouwevacuatiemodel

Door een toenemende mate van complexiteit van gebouwen ontstaat er meer behoefte naar gebouwevacuatiemodellen. De rekenregels die het Bouwbesluit en de Ministeriële Regeling geven ten aanzien van de ontruiming van ruimten, rookcompartimenten en trappenhuizen inzicht in delen van het gebouw. Het voordeel hiervan is dat per onderdeel getoetst kan worden of er wordt voldaan aan de betreffende prestatie-eis. Een nadeel van rekenregels is dat niet inzichtelijk wordt hoe de ontruiming van een gebouw exact verloopt.

Met paniek wordt bij de standaard rekenregels geen rekening gehouden. Wanneer echter tijdens een ontruiming plaatselijk ophopingen van mensen ontstaan, is er een verhoogde kans op het ontstaan van paniek. Met een gebouwevacuatiemodel kan inzichtelijk worden gemaakt of het gebouw geleidelijk en soepel kan worden ontruimd. Het is daarbij een hulpmiddel voor ontwerpers om een zo optimaal mogelijke positionering van uitgangen en trappenhuizen te realiseren. Een evacuatiemodel is als toetsinstrument minder geschikt.

In een gebouwevacuatiemodel wordt onder meer rekening gehouden met het volgende:

- bouwkundig
 - afmetingen van het gebouw
 - obstructies
 - positie van deuren
- populatie
 - positie van de mensen
 - leeftijd
 - sekse
 - minimaal benodigde ruimte om te kunnen bewegen
- scenario
 - waar is de brand?
 - wat is de lokale dichtheid van de groep mensen?
 - is er sprake van een invoegende mensenstroom in een lopende mensenstroom?

Er zijn diverse gebouwevacuatiemodellen verkrijgbaar. Deze modellen worden in Nederland nog niet gemaakt en daarmee zijn de modellen niet volledig afgestemd op de Nederlandse regelgeving. De meest gebruikte modellen zijn:

- Simulex (University of Edinborough, UK)
- Building Exodus (Greenwich University, UK)

Overige evacuatiemodellen

- Evacnet (University of Florida, USA)
- Exitt (National Institute of Standards and Technology, USA)
- Egress (AEA Technology, UK)
- Wayout (Fire Modelling and computing, Aus)

VOETNOOT

¹ Indien:

- vanaf de buitenkant van alle meegetelde uitgangen twee vluchtwegen aanwezig zijn; en
- de uitgangen zover mogelijk uit elkaar liggen; en
- de interne loopafstand in een brandgevaarlijke ruimte maximaal 15 m bedraagt; en
- de interne loopafstand in een niet-brandgevaarlijke ruimte maximaal 30 m bedraagt