

Stappenplannen brandveilig ontwerpen

Kennisbank Bouwfysica

Auteur: ir. Ruud van Herpen, ir. Carolien Boot

1 Een brandveilig gebouw ontwerpen

De bouwtechnische eisen ten aanzien van brandveiligheid rusten grofweg op de volgende pijlers (Bouwbesluit):

- beperking van de kans op brand;
- in stand houden van hoofdconstructie en vluchtroutes;
- beheersbaarheid van brand;
- beheersbaarheid van rook en vluchtveiligheid.

De gebruikstechnische eisen (Gebruiksbesluit) richten zich naast een brandveilig gebruik ook op de brandbeveiligingsinstallaties die als doel hebben om veilig vluchten en een veilige repressie mogelijk te maken (brandmeld- en ontruimingsalarminstallaties).

Om te komen tot een brandveilig gebouwontwerp ligt het voor de hand om van grof naar fijn te werken. In termen van regelgeving moet daarvoor het volgende proces doorlopen worden:

1. Indelen van het gebouw in gebruiksfuncties en vervolgens indelen in brandcompartimenten;
2. Indelen van het gebouw in verblijfsgebieden en vervolgens indelen in rookcompartimenten;
3. Vaststellen van de bezettingsgraadklassen;
4. Vaststellen van de rookvrije vluchtroutes;
5. Controle van de inrichting van vluchtroutes;
6. Vaststellen van de prestatie-eisen tussen ruimten en consequenties voor scheidings- en draagconstructies en de afwerking hiervan (materiaalgedrag);
7. Vaststellen van de benodigde brandbeveiligingsinstallaties.

2 Stappenplannen

2.1 Stappenplan brandveilig ontwerpen utiliteitsbouw, algemeen

In bijlage 1 is een algemeen stappenplan brandveilig ontwerpen opgenomen dat voor de meeste gebruiksfuncties toegepast kan worden. Dit stappenplan geeft concreet invulling aan het in hoofdstuk 1 beschreven proces.

De terminologie en het eisenniveau zijn in overeenstemming met het nieuwbouwniveau volgens het Bouwbesluit.

2.2 Stappenplan brandveilig ontwerpen woningbouw

Hoewel de brand- en vluchtveiligheid voor woningbouw in hoofdlijnen op dezelfde wijze is geregeld als voor utiliteitsfuncties, komen er bij woningbouw op detailniveau veel uitzonderingssituaties voor. Vandaar dat in bijlage 2 een meer gedetailleerd stappenplan brandveilig ontwerpen woningbouw is opgenomen.

Ook hierin is de terminologie en het eisenniveau in overeenstemming met het nieuwbouwniveau volgens het Bouwbesluit.

3 Bijzondere gebouwen

Er is een aantal relatief veel voorkomende bijzondere gebouwen dat niet rechtstreeks voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, maar desondanks toch met een gegeven standaard voorzieningenniveau brandveilig genoemd kan worden. Voor deze gebouwen is op een andere wijze invulling gegeven aan de functionele eisen van het Bouwbesluit. Het voorzieningenniveau en de verantwoording ten aanzien van het publiekrechtelijk veiligheidsniveau zijn voor dergelijke gebouwen in de volgende documenten vastgelegd. Deze documenten bezitten een landelijke status en zijn breed gedragen.

3.1 Hoogbouw:

Veek, ir. J.H. van der, e.a. - Praktijkrichtlijn brandveiligheid in hoge gebouwen; SBR, Rotterdam, 2005.

3.2 Grote brandcompartimenten:

Brochure Handreiking grote brandcompartimenten; VROM, Den Haag, 2007.

Coppens, ir. E.G.C., e.a. – Inventarisatie grote brandcompartimenten; PRC-Bouwcentrum, Bodegraven, 2003.

Cieraad, ir. C.J.J., e.a. – Model Beheersbaarheid van brand; BiZa, Den Haag, 1995 (oud).

Cieraad, ir. C.J.J., e.a. – Methode Beheersbaarheid van brand BvB 2007, Oranjewoud/EFPC, Deventer, 2007.

3.3 Parkeergarages:

Praktijkrichtlijn brandveiligheid van mechanisch geventileerde parkeergarages, groter dan 1000 m²; LNB/NVBR, Arnhem, 2002/2004.

Schaap, ir. L.E.J.J., e.a. – Parkeergarages: Brandveiligheid en ventilatie; SBR, Rotterdam, 2004.

4 Overig

Met name de vluchtveiligheid krijgt veel aandacht in de publiekrechtelijke regelgeving. Ten aanzien van vluchtveiligheid leveren de volgende publicaties zinvolle achtergrondinformatie:

Stienstra, H.A. – Veilig vluchten uit gebouwen; SBR, Rotterdam, 2002.

Brochure Vluchten bij brand: handreiking voor gebruiksvergunningen; VROM, Den Haag, 2004.

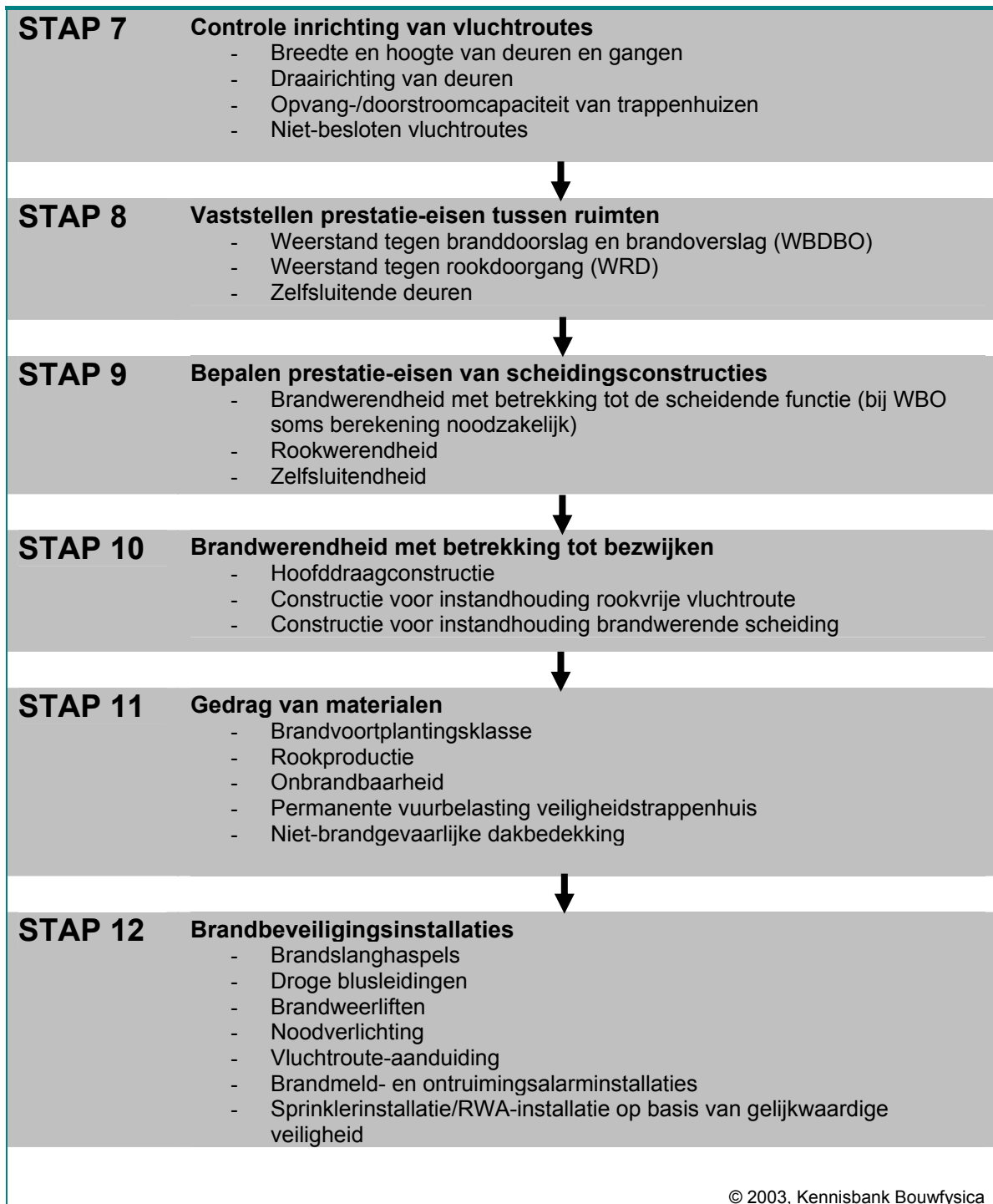
Zowel op de website van VROM (www.vrom.nl) als op de website van de SBR (www.sbr.nl) zijn diverse andere publicaties te vinden..

Bijlage 1

Stappenplan brandveilig ontwerpen utiliteitsbouw, algemeen

Stappenplan brandveilig ontwerpen utiliteitsbouw, algemeen





Bijlage 2

Stappenplan brandveilig ontwerpen woningbouw

(ook te downloaden van www.nieman.nl)

Stap	Te toetsen aspect	Voorschrift(-en) ¹⁾	Specificatie	Datum
1	Indeling in brandcompartimenten + brand- en rookvrije vluchtroute	BB 2.104 BB 2.105	-	15-01-2004
2	Indeling in subbrandcompartimenten + benoeming rookvrije vluchtroute	BB 2.116 BB 2.117 BB 2.157	-	24-10-2003
3	Indeling in rookcompartimenten	BB 2.148	-	24-10-2003
4	Toetsing vluchten uit rookcompartiment	BB 2.156	-	24-10-2003
5	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur	-	-	24-10-2003
6	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Type trappenhuis	BB 2.157 BB 2.135.2	-	03-05-2004
7	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Type trappenhuis	BB 2.157.5b	Portieketage-flat (1)	24-10-2003
8	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Type trappenhuis	BB 2.157.5a	Portieketage-flat (2)	24-10-2003
9	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Type trappenhuis	BB 2.157.1 BB 2.157.5c BB 2.156.1 BB 2.156.4	Portieketage-flat (3)	24-10-2003
10	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Type trappenhuis	BB 2.156 BB 2.135.2	Galerij-flat & corridor-flat (1)	24-10-2003
11	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Aantal trappenhuisen	BB 2.185	Galerij-flat & corridor-flat (2)	24-10-2003
12	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Samenvallende vluchtroutes	BB 2.157	-	24-10-2003

Stap	Te toetsen aspect	Voorschrift(-en) ¹⁾	Specificatie	Datum
13	Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: Deuren in vluchtroute / ruimten op trappenhuis	BB 2.170 BB 2.171 BB 2.167 BB 2.76	-	24-10-2003
14	Beperking uitbreiding van brand: WBDBo-eisen	BB 2.106 BB 2.118 BB 2.168	-	24-10-2003
15	Beperking verspreiding van rook: WRD-eisen	BB 2.137	-	24-10-2003
16	Beperking van uitbreiding van brand en verspreiding van rook: zelfsluitende deuren	BB 2.107 BB 2.119 BB 2.138 BB 2.168	-	24-10-2003
17	Vluchten vanuit niet-gemeenschappelijke VR: Rookmelders	BB.2.146.6 en 7	-	24-10-2003
18	Vluchten uit gemeenschappelijk VG / VR	BB 2.146.1 t/m 4 BB 2.147	-	03-05-2004
19	Brandwerendheid m.b.t. bezwijken	BB 2.9	-	24-10-2003
20	Beperking ontstaan van brand	BB 2.82 t/m 2.85	-	24-10-2003
21	Beperking ontwikkeling van brand: brandvoortplantingsklasse	BB 2.92 – 2.95 NEN 6068	-	03-05-2004
22	Beperking productie van rook: rookdichtheid	BB 2.126 t/m BB 2.128	-	24-10-2003
23	Installatietechnische voorzieningen	BB 2.184	-	24-10-2003

1) In dit stappenplan zijn de opmerkingen voortvloeiend uit de wijzigingsbladen d.d. 17-04-2002 en 16-10-2002 meegenomen.

Stap 1: Indeling in brandcompartimenten en rookvrije vluchtroute

Voorschriften

Ruimten die als brandcompartiment aangemerkt moeten worden:

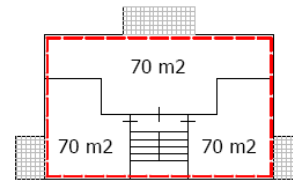
- (Verzameling) besloten ruimten met $GO \leq 1.000 \text{ m}^2$ 2.104.1+2.105.4
 - Toilet-, bad-, meterruimte en opstelplaats verbrandings-
toestel mogen er buiten liggen 2.104.1
 - Liftschacht die qua brandgedrag van materialen aan eisen
brand- en rookvrije vluchtroute voldoet mag er buiten liggen 2.104.1
 - Brand- en rookvrije vluchtroute moet er buiten liggen 2.104.3
 - Maximaal op één perceel 2.105.1
 - In een woongebouw: bevat alleen woonfuncties 2.105.2
 - Bij grondgebonden woningen: bevat ten hoogste een
woonfunctie en nevenfuncties van die woonfunctie 2.105.3
 - Bij portiek: max. 6 woonfuncties OF GO woonfuncties
max. 800 m^2 2.105.5
- Technische ruimte $\geq 50 \text{ m}^2$ 2.104.2+2.105.7
- Stookruimte 2.104.2+2.105.6
 - Ruimte voor opslag brandbare, brandbevorderende of bij
brand gevaar opleverende stoffen 2.104.2+2.105.8

Benodigde informatie en begrippen

- Brandcompartiment
- Gebruiksoppervlakte
- Technische ruimte
- Stookruimte 4.88.4+5
- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Nevenfunctie van woonfunctie

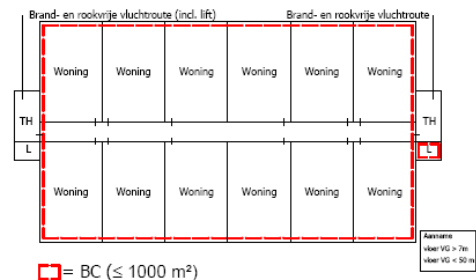
Aandachtspunten

- Veiligheidstrappenhuis is altijd brand- en rookvrije vluchtroute; vluchtrappenhuis zal veelal ook brand- en rookvrije vluchtroute zijn (behalve bijv. in portiekflat)
- Schachten aanmerken als BC of als scheidingsconstructie tussen twee BC'en
- Beruimten in BB 2003 niet meer verplicht. Berging met beruimten zal nog altijd tot BC moeten behoren met $GO \leq 1.000 \text{ m}^2$ tenzij totale vuurbelasting $\leq 500 \text{ MJ/m}^2$
- Oppervlak technische ruimte t.o.v. BB 1992 verruimd van $1,0 \text{ m}^2$ naar 50 m^2
- Oppervlak BC (megawoning) t.o.v. BB 1992 verruimd van 500 m^2 naar 1.000 m^2
- Nevenfunctie van woonfunctie is bijvoorbeeld een garage of beruimte



PLATTEGROND 0 T/M 2

□ = BC ($\leq 1000 \text{ m}^2$; opp. woningen $\leq 800 \text{ m}^2$)



Stap 2: Indeling in subbrandcompartimenten en benoeming rookvrije vluchtroute

Voorschriften

A. Indeling van brandcompartiment in subbrandcompartimenten:

- Voor alle woonfuncties: elke woning (niet-gemeenschappelijke ruimten van max. 1 gebruiksfunctie en nevenfuncties van die gebruiksfunctie) 2.116.1+2.117.2
- Extra voor woongebouwen: elk gemeenschappelijk verblijfsgebied 2.116.2+2.117.5
- Extra voor woonfuncties $> 500 \text{ m}^2$:
 - verblijfsruimte $> 40 \text{ m}^2$
 - meerdere ruimten (incl. VR) met $GO < 40 \text{ m}^2$ 2.117.4
- GO subBC in woongebouw maximaal 500 m^2 2.117.3

B. Benoeming rookvrije vluchtroute:

- Ter plaatse van toegang van subBC beginnen tenminste 2 rookvrije vluchtroutes die nergens samenvallen (= algemene eis) 2.157.1
- Uitzondering: (samenvallende rookvrije vluchtroute) bij onder andere portiek zie stap 12

Benodigde informatie

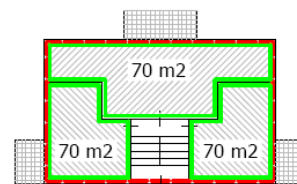
- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroute zie stap 1
- Indeling in subgebruiksfuncties

Begrippen

- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Subbrandcompartiment
- Subgebruiksfunctie
- Gemeenschappelijk verblijfsgebied / (niet) gemeenschappelijke ruimte
- Nevenfunctie van woonfunctie

Aandachtspunten

- Indeling in subBC'en in BB 2003 is gelijk aan indeling in BC'en in BB 1992
- Rookvrije vluchtroute:
 - is gelijk aan 'vluchtweg' in BB 1992
 - voert veelal over gemeenschappelijke verkeersruimten

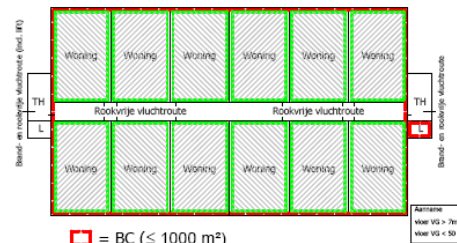


Rookvrije vluchtroute

PLATTEGROND 0 T/M 2

□ = BC ($\leq 1000 \text{ m}^2$; opp. woningen $\leq 800 \text{ m}^2$)

■ = subBC (elke woning)



24 oktober 2003

Stap 3: Indeling in rookcompartimenten

Voorschriften

Indeling van brandcompartiment in rookcompartimenten:

- Lengte besloten ruimte met rookvrije vluchtroute maximaal 30 m (n.v.t. voor vluchtrappenhuis) 2.172
- Aantal toegangen ≥ 2 indien $GO RC > 500 \text{ m}^2$ 2.148.2

Benodigde informatie

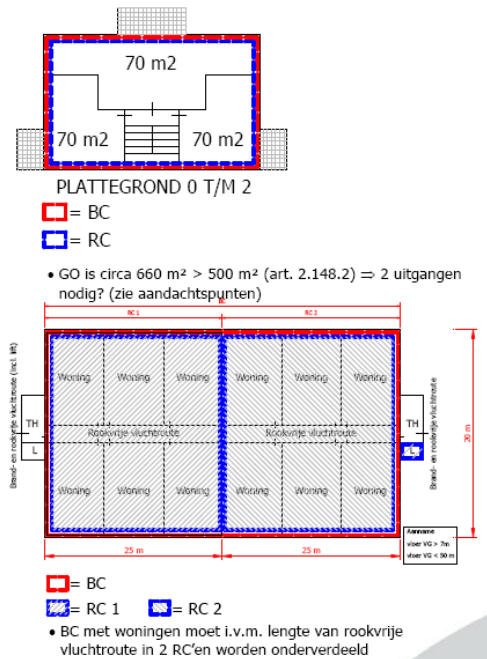
- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroute zie stap 1

Begrippen

- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Rookcompartiment

Aandachtspunten

- Een subbrandcompartiment is geen rookcompartiment
- Bij portiek is eis "aantal toegangen ≥ 2 indien $GO RC > 500 \text{ m}^2$ " in strijd met artikel 2.157.5 (zie stap 12). Bij portiek mag ons inziens van deze eis worden afgezien



24 oktober 2003

Stap 4: Toetsing vluchten uit rookcompartimenten

Voorschriften

Vluchten uit rookcompartiment:

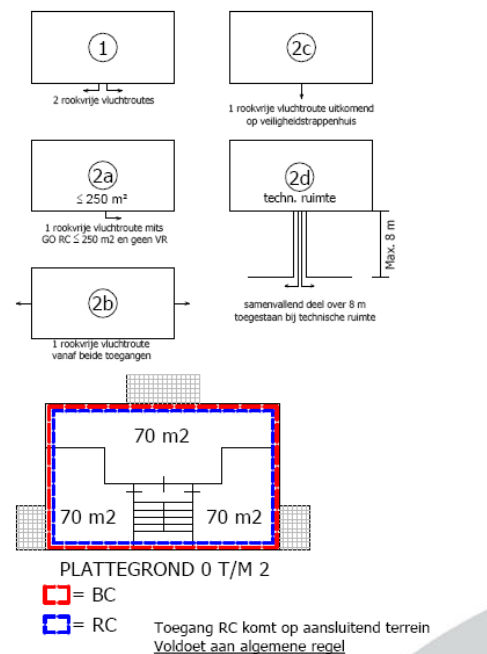
1. Algemeen: ter plaatse van toegang RC beginnen tenminste 2 rookvrije vluchtroutes 2.156.1
2. Uitzonderingen (één rookvrije vluchtroute t.p.v. toegang RC): 2.156.1
 - a. GO rookcompartiment $\leq 250 \text{ m}^2$, zonder verblijfsruimte
 - b. Rookcompartiment heeft ≥ 2 toegangen niet uitkomend op zelfde rookvrije vluchtroute 2.156.2
 - c. Rookvrije vluchtroutes vallen samen in veiligheidstrappenhuis (zie stap 9) 2.156.3
 - d. Bij technische ruimte samenvallend deel van 8 m toegestaan 2.156.4

Benodigde informatie

- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroute zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroute zie stap 2
- Indeling in rookcompartimenten zie stap 3

Begrippen

- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Samenvallende vluchtroutes
- Onafhankelijke vluchtroutes
- Veiligheidstrappenhuis
- Verblijfsruimte



24 oktober 2003

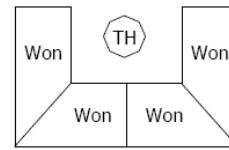
Stap 5: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur

Voorkomende typen woongebouwen

- Portieketage-flat
- Galerij-flat
- Corridor-flat
- Combinatie van bovengenoemde typen

Aandachtspunten

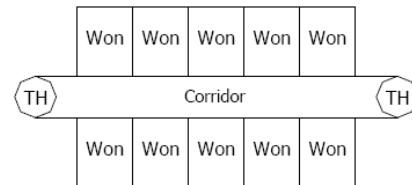
- Indeling is nodig voor de toetsing van de vluchtroutes vanaf toegang subbrandcompartiment.



Portieketage-flat



Galerij-flat



Corridor-flat

24 oktober 2003

Stap 6: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: type trappenhuis

Voorschriften

- Portiek:
- Galerij / Corridor:

2.157: zie tabel rechts
2.157.1 + 2.135.2: zie tabel rechts

Benodigde informatie en begrippen

- Hoogte van woongebouw
- Gebruiksoppervlak
- Indeling in subbrandcompartimenten

Begrippen

- Vluchtrappenhuis
- Veiligheidstrappenhuis
- "Wokkel"trappenhuis
- Toegangssluis
- Hoogte van woongebouw

Aandachtspunten

- Hoogte van gebouw = hoogste vloer verblijfsgebied t.o.v. aansluitend terrein t.p.v. hoofdtoegang
- Er is pas sprake van 'hoog' woongebouw indien hoogste vloer verblijfsgebied op meer dan 50 m is gelegen (i.p.v. 13 m in BB 1992)
- Oplossing voor galerij / corridorflatsituatie met 1 veiligheidstrappenhuis en 1 vluchtrappenhuis zonder toegangssluis kan in BB 2003 niet meer
- Lengte toegangssluis: 2 m tussen deurklinken
- Toegangssluis uitvoeren als apart RC
- Veiligheidstrappenhuis: in vluchtrichting uitsluitend bereikbaar vanuit niet-besloten ruimte
- Overdruktrappenhuis als gelijkwaardige oplossing voor vluchtrappenhuis met rooksluizen in woongebouwen bij voorkeur niet toepassen
- Door vluchtrappenhuis waarin hoogteverschil ≥ 8 m wordt overbrugd voert in een woongebouw niet (per definitie) een brand- en rookvrije vluchtroute (dit in tegenstelling tot de utiliteitsbouw)

Portieketageflat

Stap	Soort trappenhuis	Hoogte	BB 2003
7	1 vluchtrappenhuis ¹⁾	> -8 m	2.208.1
		≤ 6 m	2.157.5b
8	1 vluchtrappenhuis ¹⁾	$\leq 12,5$ m	2.157.5a
9	1 veiligheidstrappenhuis ²⁾	> 12,5 m	2.157.5c
		≤ 70 m	2.208.1
	2 vluchtrappenhuis (uitgevoerd als wokkeltrappenhuis) zonder toegangssluis ³⁾	> 12,5 m	2.157.1-2
	2 vluchtrappenhuis (uitgevoerd als wokkeltrappenhuis) met toegangssluis ³⁾	≤ 50 m	2.135.2
	2 vluchtrappenhuis (uitgevoerd als wokkeltrappenhuis) met toegangssluis ³⁾	> 50 m	2.135.2
	2 vluchtrappenhuis (uitgevoerd als wokkeltrappenhuis) met toegangssluis ³⁾	≤ 70 m	2.208.1

Galerij / corridorflat

Stap	Soort trappenhuis	Hoogte	BB 2003
10	≥ 2 vluchtrappenhuis zonder toegangssluis ³⁾	> -8 m	2.208.1
		≤ 50 m	2.157.5b
	≥ 2 vluchtrappenhuis met toegangssluis ³⁾	> 50 m	2.135.2
		≤ 70 m	2.208.1

- 1) Trappenhuis = rookvrije vluchtroute (in brandcompartiment)
- 2) Trappenhuis = brand- en rookvrije vluchtroute (buiten brandcompartiment)
- 3) Trappenhuis = rookvrije vluchtroute (in brandcompartiment)

3 mei 2004

Stap 7: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: type trappenhuis

PORTIEKETAGE-FLAT (1)

Voorschriften

- Volstaan mag worden met 1 rookvrije vluchtroute (door trappenhuis) 2.157.5b indien:
 - op dat trappenhuis niet meer dan zes woonfuncties zijn aangewezen, waarvan geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 6 m boven het meetniveau

Benodigde informatie

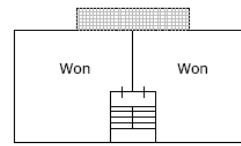
- Gebruiksoppervlakte (GO)
- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroutes zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Indeling in verblijfsgebieden

Begrippen

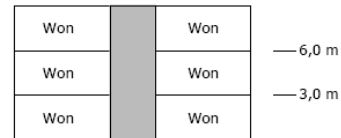
- Zie benodigde informatie
- Meetniveau

Aandachtspunten

- Positie meetniveau bij 'verspringend' aansluitend terrein ligt bij hoofdtoegang van het woongebouw



Bouwlaag 1 t/m 3



Gevelaanzicht

Toetsen aan art. 2.157.5b

Hoogste vloer VG: 6,0 m
Aantal woningen: 6

⇒ 1 rookvrije vluchtroute toegestaan

Eén BC en één RC

⇒ Trappenhuis = rookvrije vluchtroute in BC en RC

24 oktober 2003

Stap 8: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: type trappenhuis

PORTIEKETAGE-FLAT (2)

Voorschriften

- Volstaan mag worden met 1 rookvrije vluchtroute door trappenhuis) 2.157.5a indien:
 - totale GO van woonfuncties die zijn aangewezen op trappenhuis maximaal 800 m² is en,
 - geen vloer van een verblijfsgebied hoger is gelegen dan 12,5 m boven het meetniveau,
 - het GO van een woonfunctie niet groter is dan 150 m²

Benodigde informatie

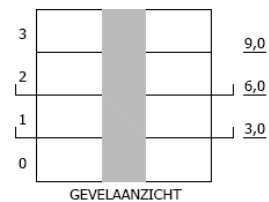
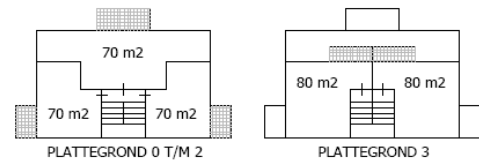
- Gebruiksoppervlakte (GO)
- Indeling in brandcompartimenten zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Indeling in verblijfsgebieden

Begrippen

- Zie benodigde informatie
- Meetniveau

Aandachtspunten

- Positie meetniveau bij 'verspringend' aansluitend terrein ligt bij hoofdtoegang van het woongebouw



GEVELAANZICHT

Toetsen aan art. 2.157.5a

Hoogste vloer VG: 9,0 m ✓
GO totaal: 790 m² ✓
GO max. van woonfunctie: 80 m² ✓

⇒ 1 rookvrije vluchtroute toegestaan

Eén BC en één RC

⇒ Trappenhuis = rookvrije vluchtroute in BC en RC

24 oktober 2003

Stap 9: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: type trappenhuis

PORTIEKETAGE-FLAT (3)

Voorschriften

- T.p.v. toegang subbrandcompartiment beginnen ten minste 2 onafhankelijke rookvrije vluchtroutes 2.157.1
- Onafhankelijke rookvrije vluchtroutes mogen samenvallen in een veiligheidstrappenhuis 2.157.5c
- T.p.v. toegang rookcompartiment beginnen ten minste 2 onafhankelijke rookvrije vluchtroutes 2.156.1
- Onafhankelijke rookvrije vluchtroutes mogen samenvallen in een veiligheidstrappenhuis 2.156.3

Benodigde informatie

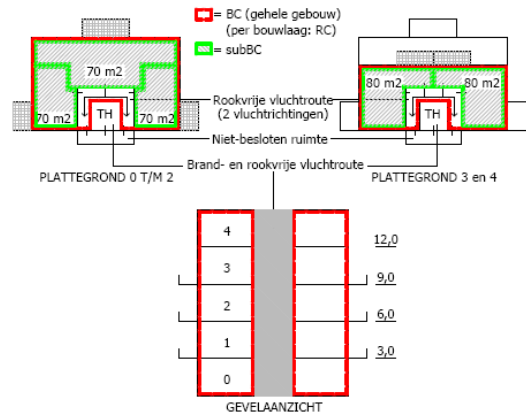
- Gebruiksoppervlakte (GO)
- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroutes zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Indeling in rookcompartimenten en toetsing vluchten uit RC zie stap 3 + 4

Begrippen

- Zie benodigde informatie
- Meetniveau
- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Veiligheidstrappenhuis
- "Wokkel"trappenhuis

Aandachtspunten

- Positie meetniveau bij 'verspringend' aansluitend terrein ligt bij hoofdtoegang van het woongebouw
- Veiligheidstrappenhuis moet op twee manieren te bereiken zijn
- Veiligheidstrappenhuis moet in vluchtrichting vanuit niet-besloten ruimte toegankelijk zijn
- Openingen van niet-besloten ruimte **hoeven niet meer** in langsgewel te worden aangebracht. Er geldt nu een functionele eis voor realisatie niet-besloten ruimte 2.169



Toetsen aan art. 2.157.5a

Hoogste vloer VG: 12,0 m ✓

GO totaal: 950 m² X

GO max. van woonfunctie: 80 m² ✓

- ⇒ 1 rookvrije vluchtroute niet toegestaan
- ⇒ veiligheidstrappenhuis of wokkeltrappenhuis (zonder toegangssluisen) toepassen

24 oktober 2003

Stap 10: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: type trappenhuis

GALERIJ-FLAT & CORRIDOR-FLAT (1)

Voorschriften

- Vanaf de toegang van een subbrandcompartiment moet over ten minste 2 onafhankelijke vluchtroutes kunnen worden gevluht 2.157.1
- Tussen toegang verblijfsgebied en toegang besloten vluchtrappenhuis, van een gebouw met een verblijfsgebied op een vloer die meer dan 50 m boven het meetniveau ligt, ligt een verkeersruimte met een minimale lengte van 2 meter; indien deze verkeersruimte besloten is, is deze een rookcompartiment 2.135.2

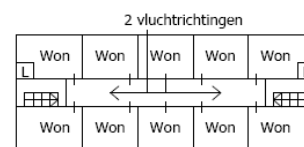
Benodigde informatie

- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Hoogte van woongebouw

Aandachtspunten

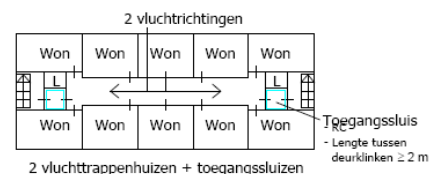
- Positie meetniveau bij 'verspringend' aansluitend terrein ligt bij hoofdtoegang van het woongebouw
- Toegangssluis BB 1992 al nodig indien vloer VG = 13 m
- Lengte van toegangssluis van ten minste 2 m moet aanwezig zijn tussen deurklinken
- Optie met 1 veiligheidstrappenhuis en 1 vluchtrappenhuis (zonder toegangssluis) is niet meer toegestaan

Oplossing bij laag woongebouw (h < 50 m):



2 vluchtrappenhuisen

Oplossing bij hoog woongebouw (h > 50 m):



2 vluchtrappenhuisen + toegangssluisen

24 oktober 2003

Stap 11: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: aantal trappenhuizen

GALERIJ-FLAT & CORRIDOR-FLAT (2)

Voorschriften

- De loopafstand tussen een toegang van een subbrandcompartiment of een rookcompartiment en ten minste een toegang van een vluchtrappenhuis is niet groter dan 45 meter

2.185.1

Benodigde informatie

- Indeling in subbrandcompartimenten
- Indeling in rookcompartimenten

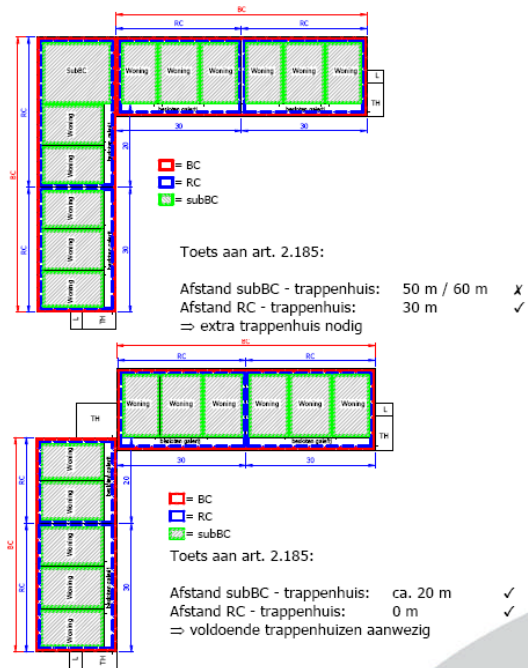
zie stap 2
zie stap 3

Begrippen

- Loopafstand
- Vluchtrappenhuis

Aandachtspunten

- Een trappenhuis dat geen vlucht- / veiligheidstrappenhuis is blijft bij toetsen van maximale afstand toegang subbrandcompartiment / rookcompartiment en vlucht- / veiligheidstrappenhuis buiten beschouwing



24 oktober 2003

Stap 12: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: samenvallende vluchtroutes

Voorschriften

Algemene eis:

- Ter plaatse van de toegang van een subbrandcompartiment beginnen tenminste 2 rookvrije vluchtroutes die nergens samenvallen

2.157.1

- Uitzonderingen (één rookvrije vluchtroute t.p.v. toegang):

- Subbrandcompartiment met tenminste 2 toegangen; tenminste 2 rookvrije vluchtroutes vallen nergens samen

2.157.2

- Twee rookvrije vluchtroutes kunnen geheel of gedeeltelijk samenvallen, als dit samenvallende gedeelte niet in een trappenhuis ligt en niet aan een ander subbrandcompartiment grenst

2.157.3

- Samenvallende gedeelte kan aan een andere subbrandcompartiment grenzen, als:

2.157.4

- dit maximaal aan één subbrandcompartiment grenst,
- de toegangen van de twee subbrandcompartimenten tegenover elkaar gelegen zijn en
- er zich geen beweegbaar constructieonderdeel bevindt in het samen vallende gedeelte

Benodigde informatie

- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes

zie stap 2

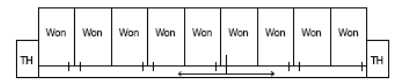
Begrippen

- Zie benodigde informatie

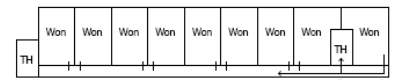
Aandachtspunten

- Let op positie van deuren van tegenover elkaar gelegen subbrandcompartimenten (zie hieromtrent de voorbeelden in de hiernaast weergegeven figuur)

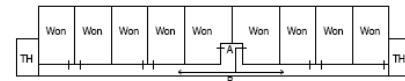
2.157.4b



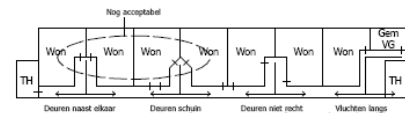
Art. 2.157.1: 2 onafhankelijke vluchtroutes



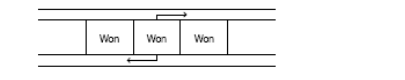
Art. 2.157.3: Samenvallende vluchtroute (A-B) langs eigen woning



Art. 2.157.4: Samenvallende vluchtroute (A-B):
- langs 1 ander subbrandcompartiment:
- deuren subbrandcompartimenten tegenover elkaar
- geen beweegbare delen van tegenoverliggend subBC passerend



Art. 2.157: Niet toegestane samenvallende vluchtroutes



Art. 2.157.2: Subbrandcompartiment heeft twee toegangen

24 oktober 2003

Stap 13: Toetsing vluchtroutes vanaf woningtoegangsdeur: deuren in vluchtroute en ruimten op trappenhuis

Voorschriften

- Product van permanente vuurbelasting en netto-vloeroppervlakte van een **veiligheids**trappenhuis is ten hoogste 3500 MJ per bouwlaag 2.170.1
- Een **vlucht**trappenhuis is niet rechtstreeks bereikbaar vanuit een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, een toilet-ruimte, een liftschacht of een technische ruimte, tenzij het product van de permanente vuurbelasting en het netto-vloeroppervlakte van het trappenhuis en daarop uitkomende ruimten (per bouwlaag) niet groter is dan 3500 MJ (geldt niet voor een portieketage-flat) 2.170.2
- Deur tussen een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert en een vluchttrappenhuis draait niet tegen de vluchtrichting in 2.171.1
- Minimale breedte en hoogte rookvrije vluchtroute 0,6 m respectievelijk 1,9 m 2.167.1
- Vrije doorgang vluchtroute bij onder willekeurige hoek geopende deur minimaal 60 cm 2.76.3
- Een toegang van een ruimte om een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte, badruimte, gemeenschappelijke opslagruimte voor huishoudelijk vuil te bereiken is minimaal 0,85 m breed en 2,3 m hoog 4.11.1

Benodigde informatie

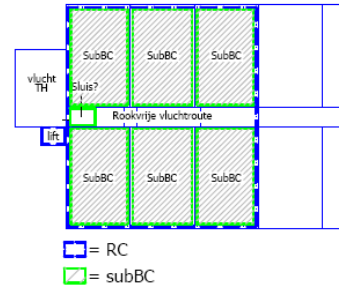
- Indeling in rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Keuze trappenhuis zie stap 5 t/m 10

Begrippen

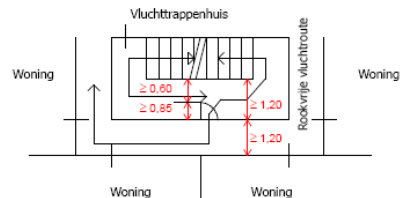
- Zie benodigde informatie
- Permanente vuurbelasting
- Netto-vloeroppervlakte

Aandachtspunten

- Indien vuurbelasting bij vluchttrappenhuis > 3500 MJ toegangssluisen toepassen
- Schuifdeuren naar vluchttrappenhuis zijn toegestaan



2.170: Rookvrije vluchtroute en liftschacht mogen alleen rechtstreeks op vluchttrappenhuis uitkomen indien permanente vuurbelasting van trappenhuis, liftschacht en rookvrije vluchtroute samen per bouwlaag ≤ 3500 MJ



2.171 + 2.76 + 4.11: Deuren in vluchtrichting draaiend; let op vrije doorgang verkeersruimte

24 oktober 2003

Stap 14: Beperking uitbreiding van brand: WBDBO-eisen

Voorschriften

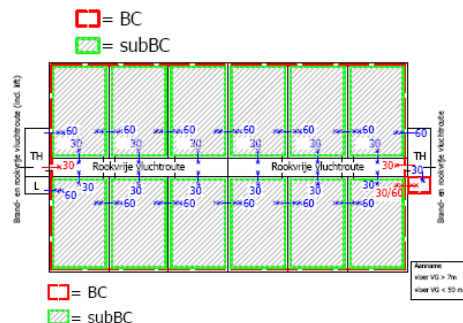
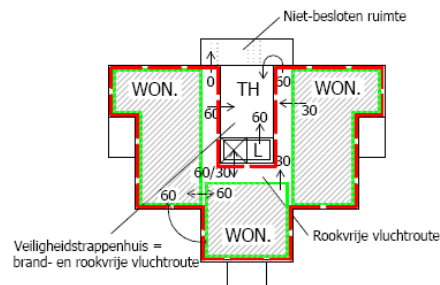
Van ruimte	Naar ruimte	WBDBO-eis	BB 2003 Artikel
Brand-compartiment	Ander brandcompartiment	60	2.106.1
	Ander brandcompartiment $q \leq 500$ MJ/m ²	30	2.106.2
	Ander brandcompartiment op hetzelfde perceel + geen vloer VG > 7 m	30	2.106.3
	Al dan niet besloten veiligheidstrappenhuis	60	2.106.1
Sub-brand-compartiment	Besloten brand- en rookvrije vluchtroute (niet zijnde een veiligheidstrappenhuis)	30	2.106.4
	Andere ruimte in BC, ander BC, besloten brand- en rookvrije vluchtroute en niet besloten veiligheidstrappenhuis	60	2.118.1
	Besloten ruimte binnen zelfde woonfunctie (GO > 500 m ²)	30	2.118.2
	Andere ruimte in BC, ander BC, besloten brand- en rookvrije vluchtroute en niet besloten veiligheidstrappenhuis $q \leq 500$ MJ/m ² + geen vloer VG > 7 m	30	2.118.3
Besloten rookvrije vluchtroute		30	2.118.4
Tussen onafhankelijke besloten rookvrije vluchtroutes (eis geldt niet voor samen vallend gedeelte en aan begin van 2 rookvrije vluchtroutes)		30	2.168.1

Benodigde informatie

- Indeling subgebruikfuncties
- Indeling brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroute zie stap 1
- Indeling subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroute zie stap 2
- Indeling in rookcompartimenten zie stap 3
- Type trappenhuis zie stap 5 t/m 10

Aandachtspunten

- Zwaarste eis is maatgevend
- Beoordeling vindt alleen plaats naar spiegelsymmetrisch t.o.v. perceelsgrens (of hart openbare weg / groen / water) gelegen gebouw



24 oktober 2003

Stap 15: Beperking verspreiding van rook: WRD-eisen

Voorschriften

Van ruimte	Naar ruimte	WRD-eis	Artikel
Rookcompartiment	Besloten ruimte	30	2.137.1

Benodigde informatie

- Indeling in rookcompartimenten

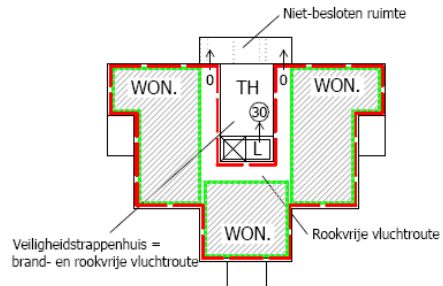
zie stap 3

Begrippen

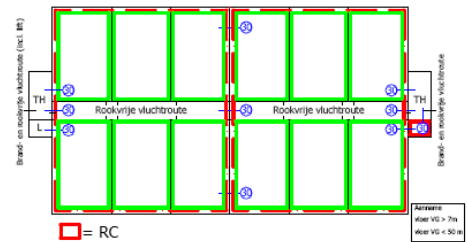
- Zie benodigde informatie

Aandachtspunten

- WRD-eis van 30 minuten is gelijk aan 3/2 x WBDBO-eis van 20 minuten (alleen gelet op het criterium vlamdichtheid met betrekking tot afdichting)
- Oppervlak aan spiegeldraadglas in rookwerende constructie: onbeperkt



BC
subBC



24 oktober 2003

Stap 16: Beperking van uitbreiding van brand en verspreiding van rook: zelfsluitende deuren

Voorschriften

Een zelfsluitende deur dient te worden voorzien in:

- Een inwendige scheidingsconstructie van een brandcompartiment met WBDBO-eis 2.107
- Een inwendige scheidingsconstructie van een rookcompartiment met WRD-eis (n.v.t. voor toegang woonfuncties in woongebouw) 2.138.1 + 2.138.2
- Een inwendige scheidingsconstructie tussen 2 rookvrije vluchtroutes 2.168.2

Benodigde informatie

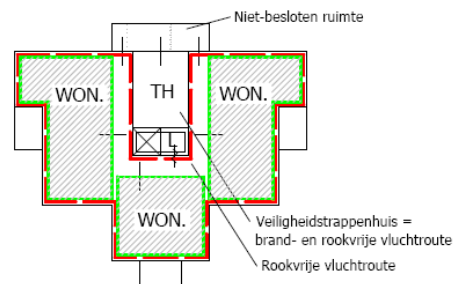
- Indeling in brandcompartimenten en brand- en rookvrije vluchtroutes zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Indeling in rookcompartimenten zie stap 3

Begrippen

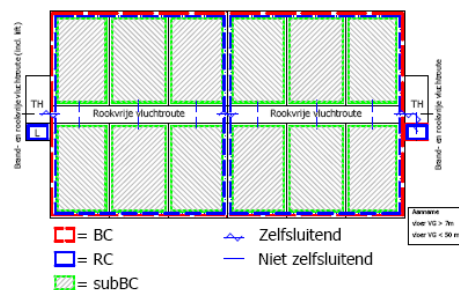
- Zie benodigde informatie
- Inwendige scheidingsconstructie

Aandachtspunten

- Omdat artikel 2.119 niet wordt aangestuurd voor sub-BC'en in woonfuncties mogen in inwendige scheidingsconstructies tussen woning en gemeenschappelijke verkeersruimte niet-zelfsluitende deuren en ramen worden opgenomen
- Alleen als tussen woning en gemeenschappelijke verkeersruimte een scheidingsconstructie van een (groot) brandcompartiment is gelegen zijn zelfsluitende woningtoegangsdeuren benodigd
- Inwendige scheidingsconstructie vormt scheiding tussen 2 voor mensen toegankelijke besloten ruimten
- Advies: Omdat brandoverslag via openstaande delen kan plaatsvinden wordt geadviseerd ook in uitwendige scheidingsconstructie met WBDBO-eis geen draaiende delen (anders dan zelfsluitende) toe te passen



BC en RC
subBC
Zelfsluitend
Niet zelfsluitend



24 oktober 2003

Stap 17: Vluchten vanuit niet-gemeenschappelijke VR: rookmelders

Voorschriften

- De loopafstand tussen de toegang van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte en tenminste een toegang van het brandcompartiment of het subbrandcompartiment waarin die ruimte ligt, is ten hoogste 15 meter 2.146.6
- Een besloten ruimte gelegen tussen de toegang van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte en de toegang van het brandcompartiment of het subbrandcompartiment waarin deze ruimte is gelegen, heeft een niet-ioniserende rookmelder die voldoet aan de eisen volgens NEN 2555 2.146.7

Benodigde informatie

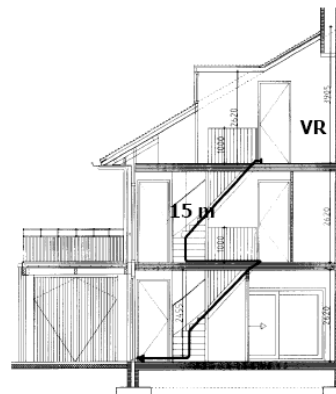
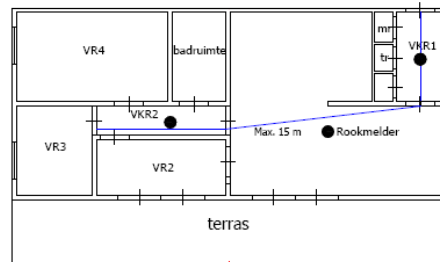
- Indeling in brandcompartimenten en subbrandcompartimenten zie stap 1+2
- Indeling in niet-gemeenschappelijke verblijfsruimten

Begrippen

- Niet-ioniserende rookmelder
- Niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte
- Loopafstand

Aandachtspunten

- Lengte van loopafstand > 15 m? → overleg gemeente / brandweer; mogelijke oplossingen op basis van gelijkwaardigheid conform "Praktijkboek Bouwbesluit 2003 (VROM):
 - voorzien van woningsprinklers
 - voorzien van wdbbo-eis naar interne vluchtroute
 - voorzien van extra rookmelders
- Rookmelder in elke ruimte plaatsen waar (vanuit een VR) doorheen gevlucht wordt;
- Vluchten door verblijfsruimte is bij toepassing rookmelders toegestaan;
- Bij grote ruimten meerdere rookmelders plaatsen (zie lid 7.2 uit NEN 2555);
- Rookmelders 0,5 m uit wand plaatsen en niet op plaatsen aanbrengen waar veel damp te verwachten is (nabij keuken / badruimte)



24 oktober 2003

Stap 18: Vluchten uit gemeenschappelijk VG / VR

Voorschriften

- Bij VR in sub-BC met GO > 500 m² is de maximale loopafstand tussen een punt in een gemeenschappelijk VG / VR en de toegang van een subBC 20 meter (VG-niveau) of 30 meter (VR-niveau) 2.146.1+2+5
- Toegang van subBC is:
 - Toegang van RC waarin subBC ligt; of 2.147.1a
 - Toegang waarbij route begint die niet door een VR, toiletruimte, badruimte of een technische ruimte naar een toegang RC voert 2.147.1b
- Een VR in woonfunctie met GO > 500 m² heeft ten minste twee toegangen indien:
 - GO verblijfsruimte > 75 m² 2.146.3a
 - GO verblijfsruimte > 25 m² + opstelplaats kooktoestel 2.146.3b
- Bij woongebouw is ten minste één toegang van een gemeenschappelijk verblijfsruimte: 2.146.4
 - De toegang van een subBC; of
 - De toegang naar een gemeenschappelijke verkeersruimte, uitkomend op toegang van bedoelde subBC; of
 - De toegang van een andere verblijfsruimte op voorwaarde dat deze verblijfsruimte ten minste twee toegangen heeft die (uitsluitend via verkeersruimten) leidt naar de toegang van het bedoelde subBC
- SubBC met GO > 500 m² heeft ≥ 2 toegangen 2.147.2

Benodigde informatie

- Indeling in subgebruikfuncties
- Indeling in subbrandcompartimenten en rookvrije vluchtroutes (stap 2)
- Indeling in gemeenschappelijke verblijfsgebieden en verblijfsruimten

Begrippen

- Gemeenschappelijk verblijfsgebied / verblijfsruimte / verkeersruimte
- Subbrandcompartiment

3 mei 2004

Stap 19: Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken

Voorschriften

Bouwconstructie	Brandwerendheid m.b.t. bezwijken	Artikel
Bouwconstructie waarvan het bezwijken leidt tot het onbruikbaar worden van rookvrije vluchtroute	30 min	2.9.1
Hoofddraagconstructie van	60 min ¹⁾	2.9.2
- Geen vloer VG > 7 m boven meetniveau		
- Hoogste vloer VG tussen 7 m en 13 meter boven meetniveau	90 min	2.9.2
- Hoogste vloer VG > 13 m boven meetniveau	120 min	2.9.2

¹⁾ Brandwerendheid m.b.t. bezwijken mag met 30 minuten worden gereduceerd indien permanente vuurbelasting van het bouwwerk niet groter is dan 500 MJ/m² 2.9.3

Benodigde informatie

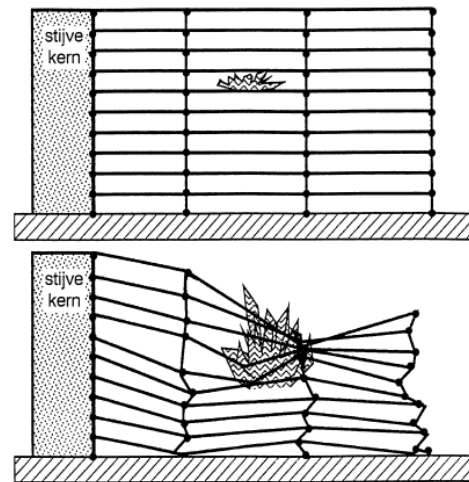
- Indeling in rookvrije vluchtroutes zie stap 2
- Indeling in verblijfsgebieden
- Meetniveau

Begrippen

- Brandwerendheid m.b.t. bezwijken zie rechts
- Hoofddraagconstructie
- Permanente vuurbelasting
- Meetniveau

Aandachtspunten

- Eis t.a.v. 'bouwconstructie waarvan het bezwijken leidt tot het onbruikbaar worden van rookvrije vluchtroute' geldt alleen voor die bouwconstructie die vloer / trap draagt waarover vluchtroute voert; dakvloer behoeft niet aan eis te voldoen
- Dakconstructie vormt geen onderdeel hoofddraagconstructie, tenzij bij bezwijken ook onderliggende vloeren (en daardoor brandscheiding) bezwijkt
- Wijzigingen t.o.v. BB 1992:
 - tussenniveau (7 m) toegevoegd;
 - geen reductie op eis bij woonfuncties > 7 meter
 - geen onderscheid tussen grondgebonden woningen en woningen in een woongebouw



Hoofddraagconstructie:

Deel van bouwconstructie die bij bezwijken voortschrijdende instorting kan veroorzaken

24 oktober 2003

Stap 20: Beperking ontstaan van brand

Voorschriften

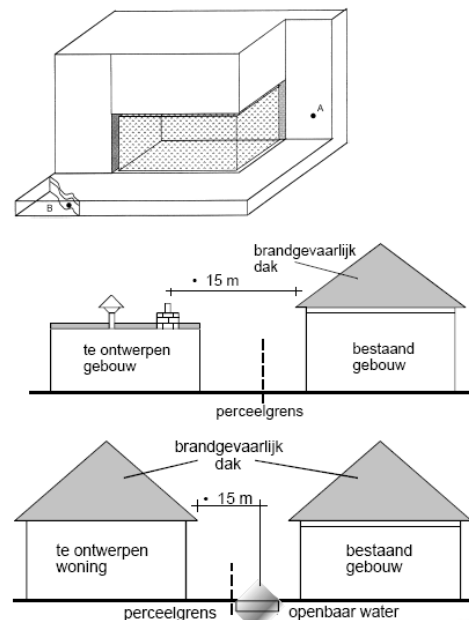
Bouwdeel	Eis	Artikel
Stookplaatsen	Onbrandbaar materiaal in nabijheid van stookplaats indien: <ul style="list-style-type: none"> - warmtestraling > 2 kW/m² (pos. A in figuur), of - temperatuur > 363 K (90 graden Celsius) (pos. B in figuur) 	2.82
Schacht/ koker/ kanaal	Aan binnenzijde schacht / koker / kanaal over 1 cm onbrandbaar materiaal toepassen indien: <ul style="list-style-type: none"> - Inwendige doorsnede > 0,015 m² - grenzend aan meer dan 1 BC of sub-BC, en n.v.t. indien schacht / koker / kanaal gelegen is in en alleen bestemd is voor toilet- / badruimten 	2.83
Rookafvoer	- Rookafvoer altijd, dus ongeacht doorsnede en positie, brandveilig uitvoeren - Rookafvoervoorziening uit onbrandbaar materiaal indien temperatuur > 363 K (90 graden Celsius) - Minimale afstand tussen uitmonding rookafvoervoorziening (op vaste brandstof gestookt) en brandgevaarlijk dak van ander bouwwerk > 15 m	2.84
Dak	Dak mag niet brandgevaarlijk zijn N.v.t. indien geen vloer VG > 5 m en het dak op tenminste 15 m van perceelsgrens of hart openbare weg / openbaar groen / openbaar water is gelegen	2.85

Benodigde informatie

- Indeling in brandcompartimenten zie stap 1
- Indeling in subbrandcompartimenten zie stap 2
- Ligging perceelsgrens / hart openbare weg / openbaar water
- Positie stookplaats / schacht / rookafvoer

Aandachtspunten

- Dak voorzien van ballastlaag of vliegvuurbestendige dakbedekking



24 oktober 2003

Stap 21: Beperking ontwikkeling van brand: brandvoortplantingsklasse

Voorschriften

Buiten- en binnenoppervlak	Wand / plafond / gevel		Bovenzijde trap / vloer / hellingbaan	Artikel
	Woning	Woon-gebouw		
Brand- en rookvrije vluchtroute	Klasse 2	Klasse 2	Klasse T1	2.92 / 2.93 / 2.94
Rookvrije vluchtroute	Klasse 4	Klasse 2	Klasse T1 (woongeb.) Klasse T3 (woning)	2.94
Overige ruimten	Klasse 4	Klasse 4	Klasse T3	
Overige ruimten: Gevel			Artikel	
Hoogte VG < 5 m		Klasse 4		2.93
Hoogte VG > 5 m t.p.v. toegang	Gevel tot ten minste 2,5 m boven aansluitende terrein;	Klasse 1		
	Gevel van 2,5 m tot 13 m	Klasse 4		
	Gevel boven 13 m (W + WG)	Klasse 2		
	Deur, raam, kozijn	Klasse 4		
Bij berekening brandoverslag met NEN 6068		Klasse 2		NEN 6068
Opgaande gevel boven niet brandwerend dak (2 verschillende BC'en)		Klasse 1		NEN 6068

¹⁾ Op maximaal 5% van de totale oppervlakte van constructie-onderdelen is de eis niet van toepassing

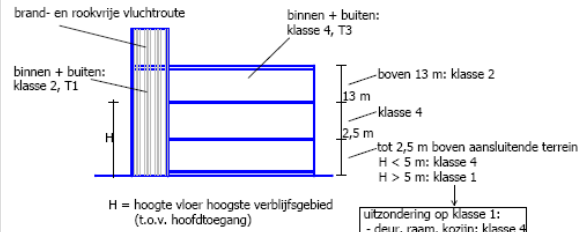
Benodigde informatie

- Indeling in brand- en rookvrije vluchtroutes zie stap 1 t/m 4
- Hoogtes van verblijfsgebieden

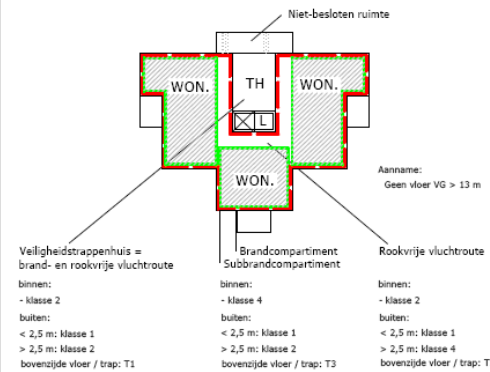
Aandachtspunten

- Let op toepassing van akoestisch plafond, vloerbedekking en wandbekledingen in vluchtroutes om (ook) aan eisen inzake nagalmtijd te kunnen voldoen
- Let op toepassingen houten / kunststof afwerking
- Wijzigingen t.o.v. BB 1992 zijn rood aangegeven
- In een veiligheidstrappenhuis, alsmede in een vluchtrappenhuis en de hier direct op uitkomende ruimten geldt een eis van 3500 MJ per bouwlaag

zie stap 13



uitzondering op klasse 1:
- deur, raam, kozijn: klasse 4
uitzondering op alle klassen:
- 5% van totaal oppervlak



3 mei 2004

Stap 22: Beperking van productie van rook

Voorschriften

	Besloten brand- en rookvrije vluchtroute	Besloten rookvrije vluchtroute	Overige besloten ruimten	Artikel
Vloer, bovenzijde trap, bovenzijde hellingbaan	Geen eis	Geen eis	Geen eis	2.127
Overig (wanden, plafond):				
Woongebouw				
- brandvoortplantingsklasse 2	< 2,2 m-1	< 2,2 m-1	< 10 m-1	2.126.1 / 2
- brandvoortplantingsklasse 1	< 5,4 m-1	< 5,4 m-1	< 10 m-1	2.126.1 / 3
Woning				
- brandvoortplantingsklasse 2	< 2,2 m-1	< 10 m-1	< 10 m-1	2.126.1 / 4
- brandvoortplantingsklasse 1	< 5,4 m-1	< 10 m-1	< 10 m-1	2.126.1 / 5

¹⁾ Op maximaal 5% van het totale oppervlakte van constructie-onderdelen is de eis niet van toepassing

Benodigde informatie

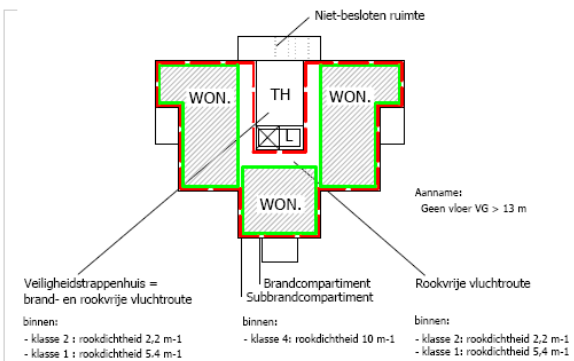
- Indeling in brand- en rookvrije vluchtroutes zie stap 1 t/m 4
- Besloten / niet-besloten ruimte

Begrippen

- Brandvoortplantingsklasse
- Rookdichtheid
- Vluchtroute, rookvrije vluchtroute, brand- en rookvrije vluchtroute
- Besloten / niet-besloten ruimte

Aandachtspunten

- Let op toepassing van akoestisch plafond en wandbekledingen in vluchtroutes om (ook) aan eisen inzake nagalmtijd te kunnen voldoen
- Eisen gelden alleen voor besloten ruimten
- Wijzigingen t.o.v. BB 1992 zijn in rood aangegeven



24 oktober 2003

Stap 23: Installatietechnische voorzieningen

Voorschriften

Installatietechnische voorziening	Wanneer vereist	Artikel
Brandweerlift ¹⁾	- Woonfunctie GO < 500 m ² : vloer VG > 20 m - Woonfunctie GO > 500 m ² of woonfuncties voor minder zelfredzame personen: minimaal één van de aanwezige liften	2.184
Vluchtrouteaanduidingen	- Vereist bij elk type woongebouw	MBV
Droge blusleidingen ²⁾	- Woongebouw met vloer VG > 20 m	2.191
Droge blusleidingen + elektrische pomp	- Vervallen (nu NEN 1594)	
Brandslanghaspels ³⁾	- woongebouw voor huisvesting minder zelfredzame personen - Overige woonfuncties: GO > 500 m ²	2.191
Brandmeldinstallatie ⁴⁾	- Megawoning - woongebouw voor huisvesting minder zelfredzame personen	MBV
Verlichting: 10 lux	- Besloten rookvrije vluchtroute - Liftkooi	2.57
Noodstroom op verlichting: 1 lux	- Liftkooi	2.59/ 2.60

¹⁾ Afstand brandweerlift tot toegang subBC of RC maximaal 90 m.

²⁾ Afstand brandslagaanluiting van blusleiding tot toegang subBC max. 50m

³⁾ Aantal brandslanghaspels: bereik is slanglengte (max. 30 m) + 5 m; afstand afgelegd door VG vermenigvuldigen met 1,5

⁴⁾ Met volledige bewaking en ontruimingsinstallatie

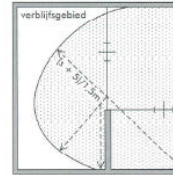
Begrippen

- (Sub)gebruiksfunctie (woongebouw, woongebouw voor inder zelfredzame personen, megawoning)
- Indeling in verblijfsgebieden
- Positie aansluitende terrein

Aandachtspunten

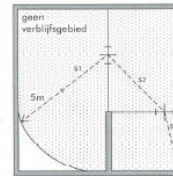
- Wijzigingen t.o.v BB zijn in rood aangegeven

bepoling bereik slang



s = beschikbare slanglengte

bepoling bereik slang
indien verblijfsgebied
- bereik = $(s + 5)/1,5m$
- plaats lichte scheidingswanden is niet van invloed



bepoling bereik slang
indien geen verblijfsgebied
- bereik = $s + 5m$
- $(s = s_1 + s_2 + s_3)$
- plaats lichte scheidingswanden + sluisen: legpools bereik