

96-CVB-R0330(3)      **RICHTLIJN VULTIJDENMODEL GROTE  
BRANDCOMPARTIMENTEN**

Centrum voor Brandveiligheid

Oktober 1996

ir. N.J. van Oerle  
ir. E.W. Janse  
ir. P.H.E. van de Leur

Opdrachtgever:  
Ministerie van VROM  
T.a.v. dhr. G. Straatsma  
Postbus 30941  
2500 GX DEN HAAG

Projectnaam      : Grote brandcompartimenten  
Projectnr.        : 05.20.3.7776

Pagina's         : 39  
Tabellen         : 5  
Figuren          : 4  
Bijlagen         : -

**Dit rapport is technisch niet meer actueel. Bij gebruik ervan wordt u verzocht contact op te nemen met Efectis Nederland BV (waarin de activiteiten van TNO Centrum voor Brandveiligheid zijn ondergebracht).**

1996

Thema            :

WP-onderwerp : rookverspreiding

Trefwoord(en) : rookverspreiding, ontruiming, vultijd, grote brandcompartimenten

**INHOUDSOPGAVE**

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
	1.1 <b>Achtergrond</b> .....	3
	1.2 <b>Werkwijze algemeen</b> .....	3
	1.3 <b>Definities en voorwaarde</b> .....	3
<b>2</b>	<b>Invoer Vluchtmethodiek</b> .....	<b>5</b>
	2.1 <b>Inleiding</b> .....	5
	2.2 <b>Naamgeving variabelen</b> .....	5
	2.3 <b>Stappenplan</b> .....	6
	2.4 <b>Gebouwgeometrie</b> .....	6
	2.5 <b>Bezetting</b> .....	7
	2.6 <b>Resultaten vultijdenmodel</b> .....	8
	2.7 <b>Beschikbaarheid van een vluchtroute</b> .....	9
	2.8 <b>Blokkeren van een uitgang</b> .....	9
	2.9 <b>Bepaling van de doorstroomcapaciteit van een uitgang</b> .....	11
<b>3</b>	<b>Berekeningsmethode Vluchtmethodiek</b> .....	<b>12</b>
	3.1 <b>Ontruimingstijd van een gebied waar geen brand is</b> .....	12
	3.2 <b>Ontruimingstijd van een gebied waar brand is</b> .....	13
	3.3 <b>Bepaling starttijd</b> .....	15
<b>4</b>	<b>Referenties</b> .....	<b>16</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond

Het onderzoek "Grote brandcompartimenten" is beschreven in dit rapport, alsmede 3 andere rapporten. Voor een uitgebreide beschrijving van de achtergronden van het model wordt verwezen naar het rapport "Achtergronden vluchtmethodiek grote brandcompartimenten" [2]. De rapporten 96-CVB-R0330(1) en 96-CVB-R0330(2) beschrijven het vultijdenmodel.

In dit rapport is een model beschreven, waarmee de ontruimingssnelheid van een gebied bepaald kan worden. Het resultaat kan vervolgens worden vergeleken met de tijd gedurende welke de vluchtroutes in een grote ruimte beschikbaar blijven. Aan de hand van deze combinatie met de vultijd kan dan worden gecontroleerd of een gebied tijdig ontruimd kan worden in geval van brand.

### 1.2 Werkwijze algemeen

Met het stappenplan uit het vultijdenmodel [1] kan de ontwikkeling van de condities in de grote ruimte worden bepaald voor alle brandlokaties cq. brandscenario's in het brandcompartiment. Deze gegevens kunnen worden gebruikt als invoer voor de bepaling van de vluchtmethodiek (hoofdstuk 2).

Voor alle situaties (brandlokaties, scenario's etc.) moet worden gecontroleerd of de aanwezigen in de grote ruimte voldoende tijd hebben om veilig te kunnen vluchten.

Alle vergelijkingen in dit rapport zijn getalswaardevergelijkingen, waarbij de parameters in SI-eenheden worden gebruikt; dit geeft de mogelijkheid om de dimensie van de (empirische) constanten weg te laten.

### 1.3 Definities en voorwaarde

- Grote ruimte : Enkelvoudige -niet ingedeelde- ruimte in het grote brandcompartiment waarvan de "vultijd" bepaald moet worden. De grote ruimte mag niet zijn ingedeeld met wanden ed., en de horizontale vrije oppervlakte op enige hoogte mag niet meer dan 10% afwijken van de vloeroppervlakte van de grote ruimte. (uitgezonderd hierbij is de tussenvloer)  
De grote ruimte heeft een horizontale overkapping.
- Aangrenzende ruimte: Kleine ruimte met een vlak plafond met een gebruiksoppervlakte kleiner dan  $250\text{m}^2$ , en een hoogte van maximaal 4,5 m. Deze ruimte grenst aan de grote ruimte.
- Gebied: Aaneengesloten oppervlakte op één vloerniveau in de grote ruimte; het gebied is niet ingedeeld en is open verbonden met de grote ruimte, en eventuele andere gebieden.

- Brandlokatie:** Globale aanduiding van de plaats van een brand. Er wordt verondersteld dat slechts op één plaats brand ontstaat. Een brand is mogelijk in een aangrenzende ruimte, of in elk gebied in de grote ruimte. Voor het vultijdenmodel is de exacte plaats van een brand binnen een gebied of aangrenzende ruimte niet van belang. Uitsluitend bij de bepaling of een brand één of meer uitgangen blokkeert moet rekening worden gehouden met de exacte plaats van de brand in een gebied.
- Tussenvloer:** Gesloten vloer in de grote ruimte op een hoogte van maximaal 4,5 m.

De vluchtmethodiek geldt uitsluitend voor 'niet tot overnachting bestemde' gebouwen.

## 2 Invoer Vluchtmethodiek

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de rekenregels gegeven waarmee de ontruimingssnelheid van een gebied bepaald kan worden. Op deze wijze kan worden bepaald of een gebied voldoende snel ontruimd kan worden.

Op basis van de resultaten van het vultijdenmodel [1] kan worden bepaald op welk moment de vluchtwegen in een gebied door de brand of door rook geblokkeerd worden. Tevens kan worden bepaald op welk moment aanwezigen in een gebied beginnen met vluchten. Bepalend voor de ontruimingstijd van een gebied zijn:

- a. het aantal aanwezigen, bepaald door de bezettingsklasse van het gebied,
- b. de capaciteit van de uitgangen van het gebied,
- c. de looptijd naar een uitgang van het gebied (combinatie van afstand en snelheid).

Voor de bepaling van de capaciteit van de uitgangen wordt onderscheid gemaakt tussen hoofduitgangen en nooduitgangen. Belangrijk voor de berekeningen is het moment waarop een bepaalde uitgang gebruikt wordt, en hoe effectief. De effectiviteit van uitgangen is afhankelijk van de mate van bekendheid met het gebouw van de aanwezigen, en het optreden van de bedrijfshulpverlening.

Noot: het tijdstip  $t=0$  valt samen met het moment waarop rook de grote ruimte in begint te stromen. Bij brand in de grote ruimte, en bij brand in een aangrenzende ruimte met -bij aanvang brand- geopende geveldelen valt dit tijdstip samen met het ontstaan van brand. Bij brand in een aangrenzende ruimte met gesloten geveldelen valt  $t=0$  samen met het bezwijken van deze geveldelen ( $t_{1\text{-breuk}}$ ).

### 2.2 Naamgeving variabelen

Naamgeving variabelen:

$a_{\text{loop}}$  grootste loopafstand, in m.

$a_{\text{max}}$  grootste afstand tussen twee punten binnen een gebied, gemeten langs de kortste route, in m

A vloeroppervlakte van een gebied, in  $\text{m}^2$

a,b,c,d hulpfactoren

B bezettingsgraad, in personen per  $\text{m}^2$

$C_{1,2,3}$  doorstroomcapaciteit in personen/s.

Onb de onbekendheidsparameter

Onb = 'ja' als het grootste deel van de aanwezige personen in een gebied, niet met het gebouw bekend is, anders Onb= 'nee'

RD rookdichtheid in de rooklaag, in  $\text{m}^{-1}$

$RD_{1,7m}$	de rookdichtheid op 1,7 m boven de vloer van het gebied $m$ , in $m^{-1}$
$t_{vul}$	tijdstip waarop de vluchtroutes in het beschouwde gebied $m$ niet meer beschikbaar zijn.
$t_1$	tijdstip waarop de aanwezigen in het gebied beginnen met vluchten.
$t_2$	tijdstip waarop de rooklaag door ieder in een gebied is gezien en als bedreigend is ervaren.
$t_3$	tijdstip waarop de bedrijfshulpverlening operationeel is (actief hulp biedt bij de ontruiming van een gebied).
$t_4$	ontruimingstijd van een gebied op basis van de capaciteit.
$t_a$	ontruimingstijd van een gebied op basis van de afstand.
$t_{BFV}$	tijdsduur tussen de eerste melding bij een bedrijfshulpverlener en het operationeel worden van de organisatie. Door het ministerie van VROM zal deze waarde worden aangegeven.
$t_{ontr}$	ontruimingstijd van een gebied
$t_{1-abi}$	tijdstip van het aanspreken van de sprinklerinstallatie conform NEN 6094.
$t_{1-det}$	tijdstip detectie m.b.v. rookmelders conform NEN 2535, aangesloten op een installatie met ontruimingsalarm, in s.
$t_{1-ruik}$	tijdstip waarop de rook wordt geroken door alle personen in het gebied, in s
$t_{1-brand}$	tijdstip waarop de brand door de eerste persoon wordt gezien, in s
$t_{1-gerucht}$	tijdstip waarop ieder in het gebied $m$ over de brand heeft gehoord, in s
$t_{1-vo}$	tijdstip waarop vlamoverslag in de aangrenzende ruimte optreedt, in s
$t_{1-breuk}$	tijdstip waarop geveldelen tussen aangrenzende en grote ruimte bezwijken, in s
$v$	de loopsnelheid in m/s.
$W_{hu}$	totale breedte hoofduitgangen, in m
$W_{nu}$	totale breedte nooduitgangen, in m
$W_{tb}$	totale breedte van alle trappen die een toegang tot het gebied vormen, met een breedte ten minste gelijk aan 1,1 m, in m
$W_{ts}$	totale breedte van alle trappen die een toegang tot het gebied vormen, smaller dan 1,1 m, in m
$x$	de relatieve afstand tot de rooklaag

### 2.3 Stappenplan

-Identificeer alle gebieden  $m$  in het brandcompartiment, en bepaal van deze gebieden de relevante parameters (loopsnelheid [zie tabel 1], bezettingsgraad etc.)

Bereken van alle gebieden  $m$

- de veilige tijd (in dit deel genoemd de vultijd  $t_{vul,k}$ )
- de ontruimingstijd ( $t_{ontr,k}$ )

uitgaande van de resultaten van het vultijdenmodel voor elke brandlokatie  $k$ .

In dit deel staat het model voor de ontruiming van een gebied  $m$  bij brandlokatie  $k$ .

## 2.4 Gebouwgeometrie

Bepaal van een gebied de volgende parameters:

$W_{hu}$ ,  $W_{nu}$ ,  $W_{tb}$ ,  $W_{ts}$ ,  $a_{loop}$ ,  $a_{max}$ ,  $A$ .

Methode bepaling  $a_{loop}$ :

de loopafstand is de som van de afstanden, gemeten langs de kortste route, vanaf een punt tot de twee dichtstbijzijnde hoofduitgangen; de grootste loopafstand volgt uit de loopafstand vanaf het ongunstigste punt.

Als er slechts één uitgang is, dan is  $a_{loop}$  gelijk aan twee maal de afstand vanaf dat punt tot die ene uitgang.

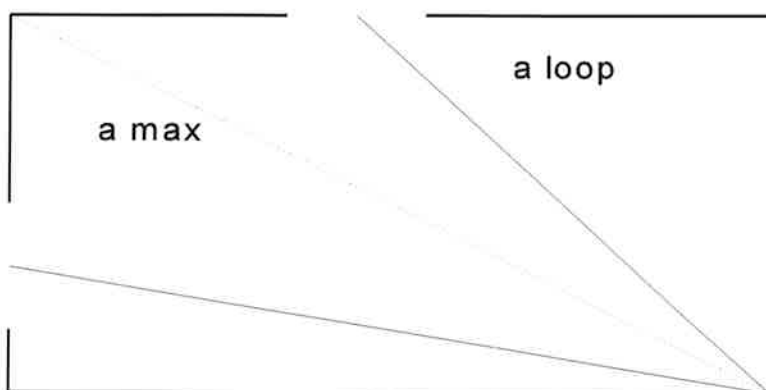


Figure 1: Voorbeeld van  $a_{loop}$  en  $a_{max}$  in een gebied

## 2.5 Bezetting

Bepaal de bezettingsgraad  $B$  en de mate van onbekendheid met het gebouw van de aanwezigen  $Onb$  als volgt:

$B$  volgt uit de bezettingsklasse van een gebied volgens tabel 1.

$Onb$   $Onb = 'nee'$  bij de volgende gebouwfuncties: kantoorgebouwen, industriegebouwen, onderwijsgebouwen, gezondheidszorggebouwen, algemeen niet tot bewoning bestemde gebouwen. Voor de overige gebouwfuncties is  $Onb = 'ja'$ .

Tabel 1.

<u>bezettingsklasse</u>	<u>bezettingsgraad B</u> [personen/m <sup>2</sup> ]	<u>loopsnelheid v</u> <u>horizontaal</u> [m/s]	<u>loopsnelheid v</u> <u>trapvormig gebied</u> [m/s]
B1	1/0,8	1,1	0,8
B2	1/2	1,6	0,8
B3	1/5	1,6	0,8
B4	1/12	1,6	0,8
B5	1/30	1,6	0,8

## 2.6 Resultaten vultijdenmodel

Uit het vultijdenmodel komen direct de volgende resultaten:

- $t_{1-abi}$  het moment in s waarop de sprinklerinstallatie functioneert. Zie [1] voor de berekening.
- $t_{1-det}$  het moment in s waarop rookdetectie plaatsvindt. Zie [1] voor de berekening; als  $t_{1-det}$  niet op die manier te bepalen is, dan geldt:  $t_{1-det} = \infty$ .
- $t_{1-breuk}$  het moment in s waarop de niet voldoende brandwerende delen van de gevel van een aangrenzende ruimte bezwijken, bij brand in die aangrenzende ruimte. Indien  $t_{1-breuk} = 0$ , dan is de gevelopening vanaf ontstaan van de brand geopend.
- $t_{1-vo}$  het moment in s waarop de brand in een aangrenzende ruimte ventilatie beheerst wordt.
- $t_{vul}$  voor elke vluchtroute het moment waarop die vluchtroute in de rook terecht komt. (deze route kan dan nog 30 s worden gebruikt: "vluchten door rook")

Uit de resultaten van de condities in de grote ruimte moeten de volgende parameters worden bepaald:

- $t_{1-ruik}$  voor elke vloer/niveau het eerste moment in s waarop de rookdichtheid op 1,7 m boven de betreffende route in de grote ruimte groter is dan  $1/15.000 \text{ m}^{-1}$ , én de dikte van de rooklaag groter is dan 1 m.
- $t_{1-brand}$  het tijdstip na het ontstaan van de brand in s, waarop de oppervlakte van de brand in het beschouwde gebied gelijk is aan de omgekeerde van de bezettingsgraad:  $1/B$ , in  $\text{m}^2$



$t_2$  is het moment waarop voor de rookdichtheid RD en de dikte van de rooklaag  $D_{\text{rooklaag}}$  geldt:  $RD \cdot D_{\text{rooklaag}} = 0,3$  (dimensieloos)

**Noot:**

Ga voor de bepaling van  $t_2$  en  $t_{1-\text{ruik}}$  voor het te ontruimen gebied alleen uit van de resultaten van het vultijdenmodel [1] bepaald met stratificatie (geen homogene opmenging).

Uitgaande van de rookdichtheid RD in de rooklaag, bepaald met het vultijdenmodel, geldt voor de rookdichtheid  $RD_{1,7\text{m}}$  op 1,7 m boven de vloer van het gebied m:

$$RD_{1,7\text{m}} = (a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3) \cdot RD$$

waarin

x de afstand van 1,7 m boven de vloer van gebied m tot de onderkant van de rooklaag, gedeeld door de afstand van de laagste vloer van de grote ruimte tot de onderkant van de rooklaag, en de hulpfactoren a, b, c en d gelijk zijn aan:

a	0,102676
b	-0,327093
c	0,34895
d	-0,124485

## 2.7 Beschikbaarheid van een vluchtroute

De volgende twee criteria worden gehanteerd:

- 1) het niveau van de route waarover gevlucht moet worden is rookvrij over een hoogte van ten minste 2,5 m, en de rookbuffer onder de overkapping van de grote ruimte niet heter is dan 200 °C
- 2) de route is niet rookvrij (wordt niet voldaan aan criterium 1), maar de zichtlengte door de rook is groter dan 30 m voor lichtgevende voorwerpen. De zichtlengte door rook kan als volgt berekend worden:

$$\text{Zicht}_1 = \frac{2,5}{RD}$$

waarin:

Zicht<sub>1</sub> Zichtlengte door rook voor verlichte voorwerpen, in m  
RD Rookdichtheid in de rook, in m<sup>-1</sup>

Indien aan een van beide criteria is voldaan, is een vluchtroute beschikbaar voor vluchten: De vultijd  $t_{1-\text{vul}}$  voor een bepaalde vluchtroute (niveau) is in getalwaarde gelijk aan het tijdstip waarop (voor het eerst) op de betreffende route aan geen van beide voorwaarden wordt voldaan.

## 2.8 Blokkeren van een uitgang

Een uitgang wordt geblokkeerd door rook als de vluchtroute op dat niveau niet meer beschikbaar is (zie vorige paragraaf). Daarnaast zal een uitgang ook door de straling van een brand -in de nabijheid van die uitgang- geblokkeerd kunnen worden. Bepalend voor het blokkeren door straling is de afmeting van de brand op tijdstip  $t$ . In deze paragraaf is aangegeven op welke afstand van een brand het vluchten niet meer door straling zal worden gehinderd.

Verondersteld wordt dat geen enkele uitgang van een gebied door straling geblokkeerd wordt binnen 30 s na het ontstaan van brand. Tevens wordt aangenomen dat de grootste uitgang van het gebied waar brand is 30 sec na ontstaan van de brand door straling geblokkeerd wordt, ongeacht het berekende stralingsniveau van de brand op dat moment. De berekening van het stralingsniveau is dus alleen van belang om te beoordelen of nog andere uitgangen geblokkeerd worden door de brand.

Werkwijze:

De veilige (horizontale) afstand tot het centrum van de brand op tijdstip  $t$ ,  $D_{\text{veilig}}(t)$  kan als volgt worden bepaald:

$$D_f(t) = 2 \cdot \left( \frac{A_f(t)}{\pi} \right)^{1/2}$$

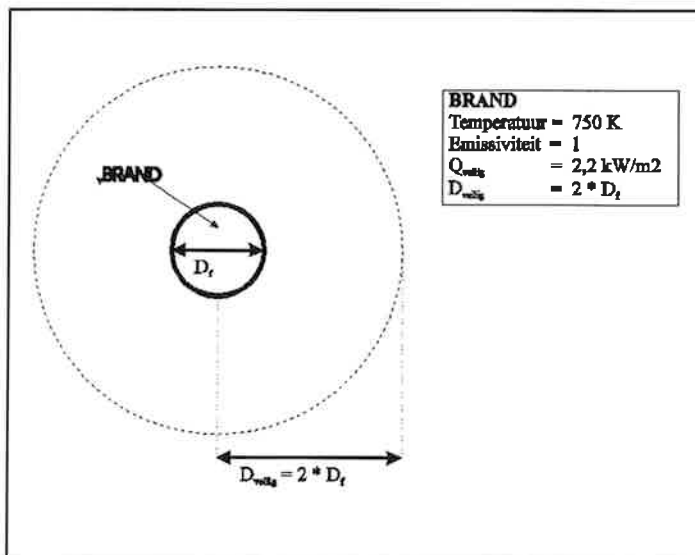


Figure 2: Bepaling van de veilige afstand

$$D_{\text{veilig}}(t) = 2 \cdot D_{\text{brand}}(t)$$

Met daarin:

$A_f(t)$  Oppervlakte brand in  $m^2$  op tijdstip  $t$ , berekend volgens [1]

$D_f(t)$  Diameter van de brand op tijdstip  $t$ , in m

$D_{\text{veilig}}(t)$  Veilige afstand tot het centrum van de brand op tijdstip  $t$ , in m

## 2.9 Bepaling van de doorstroomcapaciteit van een uitgang

De capaciteit van een uitgang wordt bepaald door de breedte van de uitgang en het type volgens onderstaande tabel.

Tabel 2. Bepaling van de capaciteit van een uitgang met breedte  $w$  in m,

Type uitgang	Capaciteit [pers/s]
trap met breedte $w \geq 1,1$ m	$0,75 \cdot w$
trap met breedte $w < 1,1$ m	$0,42 \cdot w$
deur/gang met breedte $w$	$1,5 \cdot w$

### 3 Berekeningsmethode Vluchtmethodiek

#### 3.1 Ontruimingstijd van een gebied waar geen brand is

Voer de volgende berekeningen uit:

Bepaal de capaciteit  $C_1$ , zijnde de som van de capaciteiten van alle hoofduitgangen van een gebied.

Bepaal de capaciteit  $C_3$  op het moment dat de bedrijfshulpverlening operationeel is: dit is de som van de capaciteiten van alle hoofd- en nooduitgangen van een gebied.

Bepaal de capaciteit van de uitgangen voordat de bedrijfshulpverlening operationeel is  $C_2$ :  
 Als Onb = 'ja': de som van de capaciteiten van alle hoofduitgangen en 75% van de capaciteiten van de nooduitgangen van een gebied.

Als Onb = 'nee': de som van de capaciteiten van alle hoofduitgangen en alle nooduitgangen van een gebied.

Bepaal het tijdstip  $t_{1-gerucht}$  in s, waarop iedereen in het gebied over de brand heeft gehoord:

$$t_{1-gerucht} = \infty$$

Bepaal het tijdstip  $t_1$  in s, waarop de aanwezigen in het gebied beginnen met vluchten:

Als  $t_{1-breuk} > 0$  neem dan  $t_1 = 0$ ; anders  $t_1 = \text{minimum}(t_{1-det}, t_{1-ruik}, t_{1-gerucht}, 780, t_{1-vo}, t_{1-abi})$

Als Onb='nee': vermeerder  $t_1$  met 120 s.

Als  $t_1 \geq t_2$  neem dan voor  $t_1$ :  $t_1 = t_2$

Bepaal  $t_3$  in s als volgt:

$$t_3 = t_1 + t_{BHV}$$

Als  $t_2 > t_3$  neem dan voor  $t_2$ :  $t_2 = t_3$

Bepaal de loopsnelheid  $v$  in m/s volgens tabel 1.

Bepaal  $t_a$  in s.

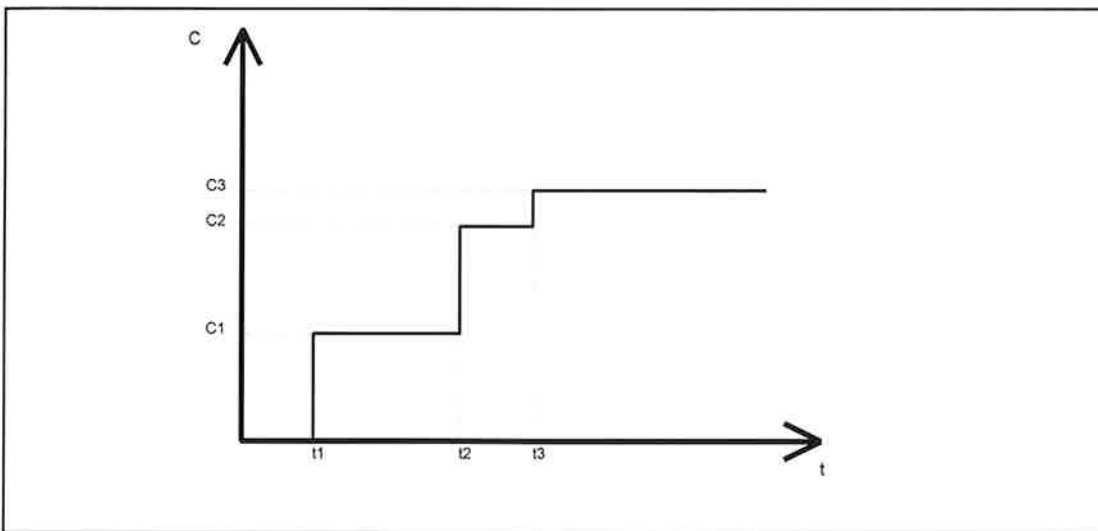
$$t_a = a_{loop} / v.$$

Bepaal  $t_4$  in s als volgt:

$t_4$  is het moment waarop alle personen in het beschouwde gebied  $m (= B \cdot A)$  het gebied hebben verlaten:

$$\sum_i (C_i \cdot (t_{i+1} - t_i)) = B \cdot A$$

Neem deze sommatie  $i$  aan vanaf  $i=1$  t/m  $i=3$ ; als blijkt dat alle mensen het gebied hebben verlaten voordat tijdstip  $t_2$  resp.  $t_3$  aanbreekt (dus als  $t_4 < t_2$  of  $t_4 < t_3$ ), dan hoeft de sommatie alleen uitgevoerd te worden tot dat tijdstip (dus sommatie totdat  $i = 1$  resp.  $i = 2$ ):  $t_4$  is dan gelijk aan het op die manier bepaalde tijdstip.



**Figure 3:** Schematische weergave van de ontwikkeling van de doorstroomcapaciteit in de tijd

Bepaal de ontruimingstijd  $t_{ontr}$  in s als volgt:

$$t_{ontr} = \text{maximum}(t_3, t_4).$$

Bepaal of het gebied veilig is als volgt:

Het gebied is veilig als:

$$t_{ontr} < t_{vul} + 30.$$

### 3.2 Ontruimingstijd van een gebied waar brand is

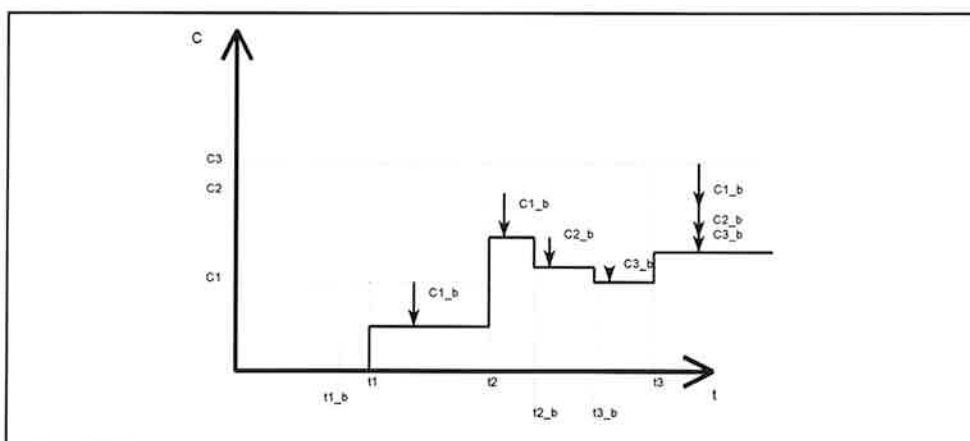
Bij brand in het beschouwde gebied wijkt de situatie af van de bovengescreven situatie.

- Uitgangen kunnen door de brand (straling) geblokkeerd worden. Dit komt tot uitdrukking bij de bepaling van de doorstroomcapaciteiten  $C_1$ ,  $C_2$  en  $C_3$ .  
Noot: De brand wordt daarbij verondersteld ter plaatse van de grootste hoofduitgang van het gebied.
- Mensen zullen de brand in het gebied waarnemen (op tijdstip  $t_{1\text{-brand}}$ , afhankelijk van de bezettingsgraad en de brandomvang). Verondersteld wordt dat het gerucht van brand door deze waarneming zich met een bepaalde snelheid door het gebied zal verplaatsen. Als het gerucht zich over het hele gebied heeft verspreid (tijdstip  $t_{1\text{-gerucht}}$ ), wordt aangenomen dat alle aanwezigen de brand ontdekt hebben.

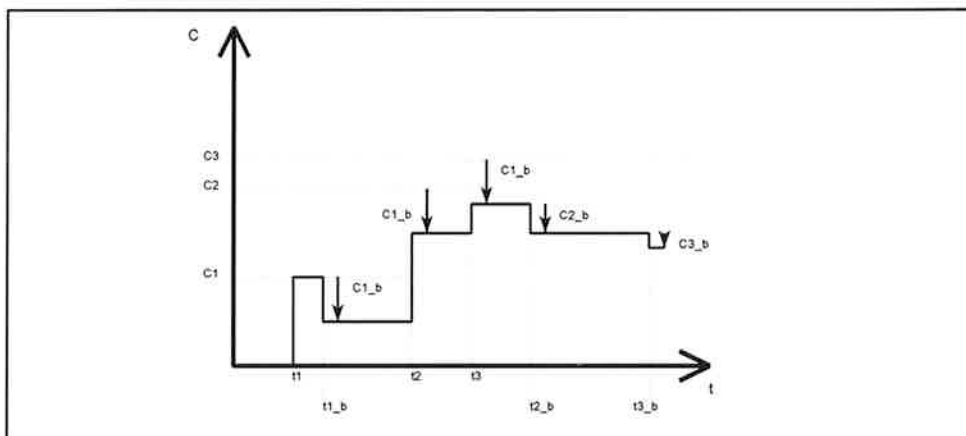
Pas bovenstaande bepalingsmethode "Bepaling ontruimingstijd van een gebied waar geen brand is" toe, als er brand is in het beschouwde gebied  $m$ , met de volgende wijzigingen met betrekking tot  $t_{1\text{-gerucht}}$  en  $C_1$ ,  $C_2$  en  $C_3$ :

- Bepaal  $t_{1\text{-gerucht}}$  in s als volgt:  
$$t_{1\text{-gerucht}} = t_{1\text{-brand}} + a_{\text{max}} / 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$
- Bepaal voor alle uitgangen  $i$  van het gebied het tijdstip  $t_{i\text{-b}}$  waarop deze uitgang geblokkeerd wordt volgens paragraaf 2.8.
- Voor de berekening van de capaciteiten  $C_1$ ,  $C_2$  en  $C_3$  moeten op dat moment geblokkeerde uitgangen niet mee worden gerekend.

In onderstaande figuren is het effect van drie op verschillende tijdstippen geblokkeerde uitgangen, schematisch weergegeven.



**Figure 4:** Schematische weergave reductie doorstroomcapaciteit door blokkade van uitgangen door brand; voorbeeld 2.

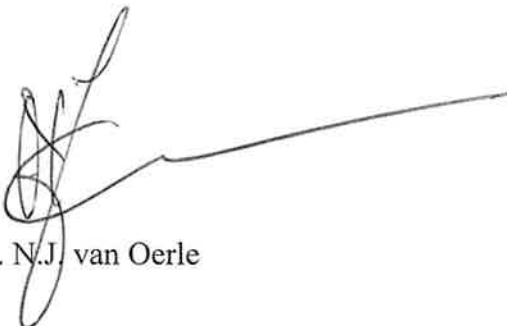


**Figure 5:** Schematische weergave reductie doorstroomcapaciteit door blokkade van uitgangen door brand; voorbeeld 1.

### 3.3 Bepaling starttijd

Bepaal  $t_{\text{start}}$  van een gebied volgens de relatie:

$$t_{\text{start}} = t_{\text{ontr}} - \frac{B \cdot A}{C_3}$$



ir. N.J. van Oerle

**4 Referenties**

- [1] ir. N.J. van Oerle, ir. E.W. Janse, ir. P.H.E. van de Leur:  
"Richtlijn vultijdenmodel grote brandcompartimenten"  
TNO-rapport 96-CVB-R0330(1), Delft 1996.
- [2] ir. E.W. Janse, ir. N.J. van Oerle, ir. P.H.E. van de Leur:  
"Achtergronden vluchtmethodiek grote brandcompartimenten"  
TNO-rapport 96-CVB-R0330(4), Delft 1996.