Rapport B.2002.0015.19.E
Nieuwbouw kantoorgebouw
Westraven, Utrecht

toelichting brandveiligheid
Status: DEFINITIEF

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

lid ONRI
info@dgmr.nl
www.dgmr.nl

Brugstraat 16, Postbus 153
NL-6800 AD Arnhem
T +31 (0)26 351 21 41
F +31 (0)26 443 58 36

Eisenhowerlaan 112, Postbus 82223
NL-2508 EE Den Haag
T +31 (0)70 350 39 99
F +31 (0)70 358 47 52

Morra 2
NL-9204 KH Drachten
T +31 (0)512 52 23 24
F +31 (0)512 52 25 19

Prof. P. Willemsstraat 21-23
NL-6224 CC Maastricht
T +31 (0)43 362 36 54
F +31 (0)43 352 00 20

DGMR Bouw B.V. Hr. 09142407 DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Hr. 09142408 DGMR Software B.V. Hr. 09142409 DGMR Beheer B.V. Hr. 09142400 DGMR Raadgevende Ingenieurs B.V. Hr. 09052991

COLOFON

Rapportnummer:	B.2002.0015.19		
Datum:	Arnhem, 12 oktober 2004		
Versie:	E	Status:	DEFINITIEF
Opdrachtgever:	Rijksgebouwendienst Directie Projecten Postbus 20952 2500 EZ DEN HAAG		
Opdrachtnummer:			
Contactpersoon: Telefoon: Fax: E-mail:	de heer Ing. E.J.A.M.C. Schoenmaeckers (070) 339 15 23 (070) 339 12 30		
Uitgevoerd door: Informatie: E-mail: Telefoon: Fax:	DGMR Ir. M.G. Gies gi@dgmr.nl (026) 351 21 41 (026) 443 58 36		
Auteur(s):	Ir. M.G. Gies		
Eind-verantwoordelijke:	Ing. J.T. Koudijs		
Code:	R.14.000	**Secretariaat:**	VG

INHOUDSOPGAVE **PAGINA**

1. INLEIDING 5

2. UITGANGSPUNTEN 6

2.1 Situatie 6
2.2 Eisen 7
2.3 Aanvullende gebruikswensen 8
2.4 Tekeningen/documenten 8

3. HOOFDDRAAGCONSTRUCTIE 9

3.1 Eisen 9
3.2 Brandwerendheid constructieonderdelen 9

4. UITBREIDING VAN BRAND 12

4.1 Eisen 12
4.2 Sprinkler 12
4.3 Uitvoering brandscheidingen 13
4.4 Bepaling Brandoverslag 13

5. VLUCHTEN 18

5.1 Eisen 18
5.2 Vluchtprincipes 18
5.3 Uitgangsbreedte rookcompartimenten en draairichting deuren 20
5.4 Opvang- doorstroomcapaciteit vluchtvoorzieningen 20

6. BRANDVEILIGHEIDSINSTALLATIES 24

6.1 Laagbouw 24
6.2 Hoogbouw 25

7. MATERIAALEISEN 27

7.1 Bouwbesluit 27
7.2 Bouwverordening 28

8. BEREIKBAARHEIDSKAART / AANVALSPLAN 29

9. OVERZICHT GELIJKWAARDIGE OPLOSSINGEN 30

10. RESUMÉ 31

BIJLAGEN

Bijlage 1 : Overzichtstekening bouwdelen, brand- en rookcompartimentering
Bijlage 2 : Bepaling temperatuursontwikkeling staalkolom bij brand
Bijlage 3 : Brandoverslag situatie 1en2
Bijlage 4 : Brandoverslag situatie 3en4
Bijlage 5 : Brandoverslag situatie 5
Bijlage 6 : Rookberekeningen bouwdeel T
Bijlage 7 : Voorbeeldscenario's vluchtroutes
Bijlage 8 : Bepaling uitgangsbreedte rookcompartimenten en draairichting deuren
Bijlage 9 : Bepaling doorstroomcapaciteit trappenhuizen laagbouw
Bijlage 10 : Uitleg vluchtsimulaties Simulex laagbouw
Bijlage 11 : Bepaling doorstroomcapaciteit en ontruimingstijd bouwdeel H (hoogbouw) met behulp van Simulex®
Bijlage 12 : Bepaling detectietijdstippen fast-response sprinkler en rookdetectie
Bijlage 13 : Principe bereikbaarheidskaart

1. INLEIDING

In opdracht van de Rijksgebouwendienst Directie Projecten is de uitbreiding en renovatie voor een kantoorgebouw voor Rijkswaterstaat ontwikkeld. De bestaande hoogbouw van Rijkswaterstaat op de locatie 'Westraven' in Utrecht wordt volledig gerenoveerd. Rondom dit gebouw vindt uitbreiding plaats met nieuwe kantoorvleugels.

Tijdens het ontwerptraject is DGMR betrokken geweest bij de uitwerking van onder andere brandveiligheidsvraagstukken. In dit rapport worden de verschillende brandveiligheidsaspecten en de in het gebouw opgenomen voorzieningen en gekozen oplossingen toegelicht.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1 Situatie

Het complex zal bestaan uit een hoog kantoorgebouw waaromheen enkele bouwdelen worden gerealiseerd. De bouwdelen worden verbonden door middel van een overdekte entreestraat en een met gaasdoek overdekte buitenruimte.

De hoogbouw (bouwdeel H) is een bestaand gebouw dat volledig wordt gerenoveerd. Dit bouwdeel bestaat uit in totaal 25 bouwlagen: een kelder (bouwdeel KH), twee bouwlagen met utilitaire functies voor de kantoren (receptie, vergaderruimten, kinderopvang en winkelruimte), 21 bouwlagen kantoorfunctie en op de 23^{e} verdieping en in de dakopbouw zijn de technische installaties gesitueerd.

Bij de renovatie zullen grote delen van het gebouw vernieuwd worden. Dit geldt voor met name de gevel, de bouwkundige inrichting en een belangrijk deel van de technische installaties. Om de openheid en transparantie in het gebouw te vergroten, worden vloeren doorbroken zodat er vides ontstaan. Met de vides krijgt het gebouw, zowel van de binnenzijde als vanaf de buitenzijde een nieuw uiterlijk. Het uiteindelijke oppervlak van de gerenoveerde hoogbouw komt hierdoor op ongeveer 25.000 m^{2}. De hoogstgelegen vloer van een verblijfsgebied bevindt zich op de 22^{e} verdieping op een hoogte van 76.2 m^{1} boven Peil.

De twee nieuwe vierlaags bouwdelen aan de noordzijde (bouwdelen A en B) en zuidzijde (bouwdelen C, D en E) van de bestaande toren zullen grotendeels een kantoorfunctie krijgen. Op de begane grond en de eerste verdieping zullen naast de kantoorfuncties ook andere gebruiksfuncties gesitueerd worden (restaurant, vergaderruimte etc.). De bouwdelen hebben beide een deels met glas overkapte serre waaraan de diverse kantoorvleugels grenzen.

De drie bouwdelen worden verbonden door middel van een brede verkeersruimte waarvan de wanden en het dak bestaan uit kunststof (ETFE) luchtkussens (bouwdeel I). Verder wordt het resterende tussengebied rondom de hoge toren en tussen de twee nieuw te bouwdelen en de entreestraat ingericht als tuin en overdekt met een windreducerend gaasdoek (bouwdeel T).

In bijlage 1 is een overzichtstekening van het complex weergegeven. Tevens zijn de plattegronden met de brand- en rookcompartimentering opgenomen.

2.2 Eisen

Ten aanzien van brandveiligheid zal het gehele complex in beginsel worden beschouwd als een nieuw gebouw. Hierdoor dient te worden voldaan aan de eisen uit het Bouwbesluit 2003 en aan de bouwverordening van de gemeente Utrecht.

In het Bouwbesluit 2003 zijn voor gebouwen vanaf een hoogte van 70 m^1 slechts beperkte prestatie-eisen omschreven. Een gebouw, dat hoger is, "is zodanig ingericht, dat het bouwwerk brandveilig is" (Bouwbesluit 2003 artikel 2.208 lid 1). De wijze waarop dit moet worden gerealiseerd, is in overleg met de toetsende instantie (Bouw- en Woningtoezicht/ De Brandweer) afgestemd.

Omdat slechts een functionele eis is omschreven, kunnen aanvullende eisen gesteld worden ten opzichte van bouwwerken lager dan 70 m^1. zodat de brandveiligheid gewaarborgd wordt. De achtergrond hierbij is, dat de voorzieningen, die volgen uit de prestatie-eisen van het Bouwbesluit voor gebouwen tot 70 m^1 ,niet meer aansluiten op het normatieve verloop van een brand. In dit normatieve brandverloop zijn tijdstippen omschreven die belangrijk zijn ten aanzien van onder andere de ontdekking van brand, ontvluchting/ontruiming van een gebouw en de inzet van de brandweer.

Met de brandweer heeft in de ontwerpfase overleg plaatsgevonden over de te hanteren uitgangspunten voor de brandveiligheid en de hieruit voortvloeiende bouwkundige- en installatietechnische maatregelen voor bouwdeel H. Bij het opstellen van dit pakket maatregelen heeft een aantal belangrijke overwegingen meegespeeld:

- de ontruiming van een hoog gebouw duurt langer dan bij een laag gebouw. Een snelle ontdekking van brand is noodzakelijk om de ontruiming van het gebouw snel in gang te kunnen zetten;
- bij een hoog gebouw is na aankomst van de brandweer een langere beschikbare tijd nodig voordat met de bluswerkzaamheden kan worden begonnen. Een snellere ontdekking van brand en enige ondersteuning voor de brandweerinzet is noodzakelijk om een brand in een hoog gebouw adequaat te kunnen bestrijden.

2.3 Aanvullende gebruikswensen

Naast de wettelijke eisen zijn, in overleg met de gebruiker, aanvullende voorzieningen getroffen. Deze voorzieningen zijn bedoeld om enerzijds de kans op een brand te verkleinen en anderzijds de effecten van een mogelijke brand te beperken.

Een voorbeeld van de extra voorziening is een extra brandwerende schil rondom de techniek-schachten in de hoogbouw, die daarnaast gesprinklerd zijn. Door de dubbele veiligheid wordt de schade bij een brand in een schacht beperkt tot de schacht en/of eventueel de techniekruimte.

Ter voorkoming van schade door schadelijke en agressieve gassen, die bij brand kunnen vrijkomen, zal de bekabeling in het gebouw en de inrichting moeilijk brandbaar, 'low smoke' en halogeenvrij zijn.

Om te voorkomen dat er na de periodieke test van de sprinklerinstallatie onverhoopt kleppen in de verkeerde stand blijven staan, is de installatie uitgevoerd met klepstanddetectie waarmee een onjuiste klepstand wordt gesignaleerd als storing.

2.4 Tekeningen/documenten

De uitgangspunten voor dit rapport zijn vastgelegd in de tekeningen van Architectenbureau Cepezed bv conform de tekeningenlijsten met de nummers 789 en 789 H van 6 en 18 augustus 2004.

3. HOOFDDRAAGCONSTRUCTIE

3.1 Eisen

De eisen voor wat betreft de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de hoofddraagconstructie zijn vastgelegd in afdeling 2.1 van het Bouwbesluit 2003.

Voor de nieuwbouw, met betrekking tot bezwijken, bedraagt de basiseis voor de hoofddraagconstructie, een 90 minuten brandwerendheid. Gezien de bouwconstructie van het gebouw (combinatie van met name metaal en steenachtige materialen, zie toelichting Bouwbesluit 2003 artikel 2.9 lid 6), zal de permanente vuurbelasting $Q_{permanent}$ lager zijn dan 500 MJ/m^2. Conform het Bouwbesluit mag daarom een reductie van 30 minuten worden gehanteerd waarmee de uiteindelijke eis is vastgesteld op 60 minuten brandwerendheid met betrekking tot bezwijken.

Voor de hoogbouw stelt de brandweer een hogere basiseis dan op grond van een gebouw tot 70 m zou gelden, namelijk een 120 minuten brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de hoofddraagconstructie, in plaats van 90 minute). Hierbij mag de eis met 30 minuten worden verlaagd als er een lage permanente vuurbelasting aanwezig is. Bij toepassing van een automatische blusinstallatie mag nog een extra reductie van 30 minuten in rekening worden gebracht waardoor de eis 60 minuten bedraagt.

Uitgaande van een gebouw dat voorzien is van een gecertificeerde automatische blusinstallatie en een lage permanente vuurbelasting heeft, een combinatie van met name metaal en steenachtige materialen, bedraagt de te realiseren eis 60 minuten.

3.2 Brandwerendheid constructieonderdelen

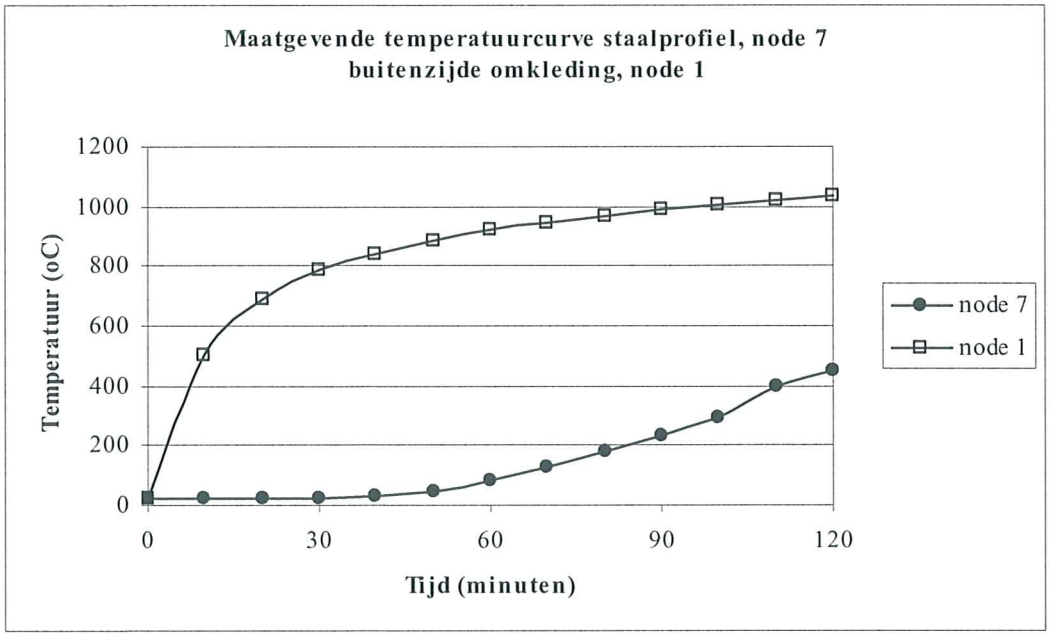
3.2.1 Nieuwbouw

De hoofddraagconstructie van de nieuwbouw zal worden uitgevoerd met een brandwerendheid van 60 minuten. Het één en ander zal in de stukken van de constructeur ABT Adviesbureau voor Bouwtechniek BV nader worden weergegeven.

3.2.2 Bestaande constructie hoogbouw

Uit onderzoek naar de brandwerendheid van de bestaande constructie heeft ABT Adviesbureau voor Bouwtechniek BV vastgesteld dat de hoofddraagconstructie op alle onderdelen kan voldoen aan deze eis. Omdat de normaliter gebruikte bepalingsmethodes conform NEN 6072[1] (bijvoorbeeld Brawesta®) niet geschikt waren voor alle situaties, heeft DGMR onderzocht hoe de temperatuursontwikkeling in de bestaande kolommen zich zal ontwikkelen onder invloed van een brand conform de standaard brandkromme.

Voor de bepalingsmethode is gebruikgemaakt van een driedimensionaal dynamisch reken-programma Voltra® van Physibel. Met dit computerprogramma is een model van de bestaande kolommen gemaakt aan de hand van de bevindingen uit onderzoek naar de opbouw van de kolom. Deze kolom is vervolgens in het model blootgesteld aan de standaardbrandkromme. Het programma bepaalt op basis van convectie, straling en warmtegeleiding hoe de temperatuur zich binnen een constructie ontwikkelt. In het gebruikte rekenmodel is voor een aantal verschillende punten het temperatuurverloop in de tijd bepaald.



figuur 1: Maximale temperatuur staalconstructie, conservatieve berekening

In bijlage 2 zijn het rekenmodel en de gebruikte parameters tezamen met de resultaten weergegeven.

[1]Rekenkundige bepaling van de brandwerendheid van bouwdelen - Staalconstructies

ABT heeft bepaald dat de maximaal toelaatbare temperatuur in de constructie op ongeveer 460°C zal liggen. Uit de berekeningen volgt dat de maximale temperatuur van het staalprofiel bij een brand ongeveer 450°C zal bedragen na 120 minuten blootstelling aan de standaard brandkromme. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van dit constructieonderdeel tenminste 120 minuten bedraagt.

De brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de andere onderdelen van de hoofddraagconstructie zijn door ABT onderzocht. Uit dit onderzoek is gebleken, dat de zogenaamde kinder-/moerbalken de zwakste schakel in de constructie vormen, deze hebben een maximale brandwerendheid van 60 minuten met betrekking tot bezwijken.

De uiteindelijke brandwerendheid, met betrekking tot bezwijken van de gehele hoofddraagconstructie van het gebouw inclusief kolommen, bedraagt dan ook 60 minuten.

Het één en ander zal in de stukken van de constructeur ABT Adviesbureau voor Bouwtechniek BV nader worden weergegeven.

4. UITBREIDING VAN BRAND

4.1 Eisen

De eisen met betrekking tot brandcompartimentering ofwel het beperken van de uitbreiding van brand zijn vastgelegd in afdeling 2.13 van het Bouwbesluit 2003.

De belangrijkste eisen zijn:

- voor kantoorfuncties en bijeenkomstfuncties geldt in principe een maximale brandcompartimentsgrootte van 1.000 m^2;
- grote techniekruimten vormen een eigen brandcompartiment.

4.2 Sprinkler

Het gebouw, zowel nieuw- als de hoogbouw, zal in verband met de openheid en transparantie grotendeels zonder wanden of met transparante scheidingen worden uitgevoerd. Met name in de nieuwbouw tussen de kantoorvleugels, bouwdelen A tot en met E en de aangrenzende serres is dit het geval. Uit vooroverleg met de brandweer van de gemeente Utrecht is gebleken dat door de toepassing van een volledig automatische sprinklerinstallatie een grotere compartimentering mag worden gehanteerd. De sprinklerinstallatie geldt hiervoor als gelijkwaardige oplossing voor het aspect beheersbaarheid van een brand.

In het plan worden in totaal vijf gesprinklerde compartimenten gerealiseerd (bijlage 1):

- nieuwbouw zuid (bouwdelen A en B, verbonden door de serre);
- nieuwbouw noord (bouwdelen C, D en E, verbonden door de serre);
- kelder entreestraat en hoogbouw (bouwdelen K en KH);
- entreestraat + begane grond hoogbouw tot en met bouwlaag 11 (bouwdelen I en H, tot niveau 38.8 m +Peil);
- hoogbouw vanaf niveau 12 (bouwdeel H, vanaf 38.8 m +Peil).

In de nieuwbouw worden de techniekruimten op de dakverdieping voorzien van een sprinklerinstallatie. In het vooroverleg is bepaald dat hierdoor de WBDBO-eis tussen de techniekruimten en omliggende ruimten kan komen te vervallen.

4.3 Uitvoering brandscheidingen

Vanuit het Bouwbesluit geldt voor de gebouwen tussen verschillende brandcompartimenten een WBDBO (Weerstand tegen BrandDoorslag en BrandOverslag) van 60 minuten. Dit geldt tevens tussen brandcompartimenten en trappenhuizen waar doorheen een vluchtroute (hoogte-overbrugging > 8 m) voert.

Uit vooroverleg met de brandweer is gebleken dat tussen de vijf gesprinklerde brandcompartimenten een WBDBO-eis van 60 minuten moet worden gehanteerd. Hierbij is het uitgangspunt een combinatie van een falende sprinklerinstallatie en de brandweer die niet in staat is gebleken om de ontstane beginnende brand te blussen of te beheersen. Bij deze combinatie van factoren wordt het niet acceptabel geacht, dat een brand zich ongecontroleerd uitbreidt.

In de nieuwbouw zullen, naast de aangrenzende ruimten, ook de trappenhuizen voorzien worden van een sprinkler. Hierdoor is de kans dat een brand de scheiding tussen de trappenhuizen en aangrenzende ruimte doet bezwijken nihil. In het vooroverleg is bepaald dat hierdoor de WBDBO-eis tussen het trappenhuis naar de aangrenzende ruimten verlaagd worden naar een WTRD (Weerstand Tegen RookDoorgang) van 30 minuten.

Ook in de hoogbouw zullen de trappenhuizen gesprinklerd worden uitgevoerd. Hier zal tussen de trappenhuizen en omliggende ruimten echter een WBDBO van 60 minuten worden gehanteerd.

4.4 Bepaling Brandoverslag

4.4.1 Algemeen

Conform het Bouwbesluit 2003 dient de bepaling van de WBDBO, conform NEN 6068 plaats te vinden. Op basis van deze norm heeft DGMR het softwarepakket Winfire® ontwikkeld. Daarnaast wordt ook het door DGMR ontwikkelde stralingsberekeningsprogramma BO (V3.1beta4) toegepast.

Als de volgens de NEN 6068 bepaalde stralingsflux meer dan 15 kW/m^2 bedraagt, is er sprake van brandoverslag en zijn maatregelen noodzakelijk.

Voor dit complex zijn vier situaties beschouwd die mogelijk leiden tot branduitbreiding tussen de vijf verschillende gesprinklerde brandcompartimenten waarbij als uitgangspunt geldt dat de sprinkler niet in werking treedt:

1. bij branduitbreiding van nieuwbouw zuid (bouwdeel B) naar entreestraat/hoogbouw (bouwdelen I en H);
2. bij branduitbreiding van nieuwbouw noord (bouwdeel C) naar entreestraat/hoogbouw (bouwdelen I en H);
3. bij branduitbreiding van bouwdeel I en H naar bouwdelen B;
4. bij branduitbreiding van bouwdeel I en H naar bouwdelen C;
5. bij branduitbreiding tussen het onderste deel van bouwdeel H, via bouwlaag 11 naar bouwlaag 12 naar het bovenste gedeelte van bouwdeel H.

4.4.2 Situatie 1 en 2

Bij het falen van de sprinklerinstallatie in dit gebied zal een brand zich theoretisch uit kunnen breiden tot het gehele compartiment. In de praktijk zal de brand zeer waarschijnlijk beperkt blijven tot één kantoorvleugel door de inzet van de brandweer en de karakteristiek van het gebouw.

Als uitgangspunt voor de bepaling is een volledig ontwikkelde brand over vier bouwlagen in het gehele zuidelijke bouwdeel verondersteld. De afmetingen van de brandruimte vallen ver buiten het toepassingsgebied van NEN 6068, zodat de bepaling van brandoverslag via deze norm niet zinvol is. In plaats van NEN 6068 te hanteren is gebruikgemaakt van een vereenvoudigd rekenmodel, waarbij de gehele gevel van bouwdeel B of C als gevelopening wordt beschouwd en waarbij de gehele gevel een temperatuur van 671°C krijgt (dit komt overeen met een stralingsemissie van 45 kW/m^2). Gezien de gevelopbouw met een circa 50% gevelopening en de aard van het gebouw, is dit een veilige benadering.

Met behulp van het programma BO (V3.1beta4) is op een aantal punten bepaald hoe groot de stralingsflux is. In bijlage 3 zijn de berekeningsuitgangspunten en de resultaten weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de stralingsflux maximaal 14.1 kW/m^2 bedraagt. Hiermee is bepaald dat branduitbreiding via brandoverslag in deze situatie niet zal plaatsvinden.

4.4.3 Situatie 3 en 4

Bij het falen van de sprinklerinstallatie in bouwdeel H of I zal een brand zich theoretisch uit kunnen breiden tot het gehele compartiment. In de praktijk zal de uitbreiding en ontwikkeling beperkt worden door de inzet van de brandweer.

De afmetingen van de brandruimte vallen ver buiten het toepassinggebied van NEN 6068, zodat de bepaling van brandoverslag via deze norm niet zinvol is. In plaats van NEN 6068 te hanteren, is gebruik gemaakt van een vereenvoudigd rekenmodel waarbij de gehele gevel van bouwdeel I en H als gevelopening wordt beschouwd en waarbij de gehele gevel een temperatuur van 671 °C krijgt, dit komt overeen met een stralingsemissie van 45 kW/m^2. Gezien de gevelopbouw en de aard van het gebouw is dit zeer veilige benadering.

Met behulp van het programma BO (V3.1beta4) is op een aantal punten bepaald hoe groot de stralingsflux is. In bijlage 4 zijn de berekeningsuitgangspunten en de resultaten weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de stralingsflux op de gevel van bouwdeel A maximaal 12.6 kW/m^2 bedraagt. Op de gevel van bouwdeel C is de maximale flux 12.2 kW/m^2. In beide gevallen zal branduitbreiding via brandoverslag niet optreden.

4.4.4 Situatie 5

Tussen de 11^e en 12^e bouwlaag van bouwdeel H kan mogelijk brandoverslag optreden door uitslaande vlammen uit de gevelopeningen van de 11^e verdieping. Met behulp van de bepalingsmethode conform NEN 6068 is bepaald of dit het geval is.

In bijlage 5 is de modellering weergegeven samen met de rekenresultaten van het programma BO (V3.1beta4). Uit de berekeningen blijkt dat de stralingsflux in de normale situatie hogere is dan 15 kW/m^2. Om brandoverslag te voorkomen, zijn daarom maatregelen noodzakelijk. Een drietal opties is bekeken:

- een borstwering 12^e bouwlaag tot een niveau van 900 m +vloerhoogte van buiten naar binnen 30 minuten brandwerend uitvoeren;
- een 30 minuten brandwerend paneel onder het persrooster aanbrengen;
- een 30 minuten brandwerend geveldeel op de balkons bevestigen.

Bij elk van deze opties bedraagt de maximale stralingsflux minder dan 15 kW/m^2, zodat brandoverslag hiermee wordt voorkomen.
Op dit moment wordt in het ontwerp uitgegaan van optie 1 waarbij de gevel voor het betreffende gebied op de twaalfde bouwlaag 30 minuten brandwerend zal worden uitgevoerd.

4.4.5 Branduitbreiding rondom bouwdelen B, C, H en I

Naast brandoverslag door straling van uitslaande vlammen en uit gevelopeningen zijn er andere uitbreidingstrajecten denkbaar in het gebied tussen de bouwdelen B, C, H en I. Een traject, dat mogelijk van invloed zou kunnen zijn, is de uitbreiding van brand doordat hete rook ver van de eigenlijke brand een nieuwe, secundaire brandhaard veroorzaakt

Deze branduitbreiding zou theoretisch in de met gaasdoek overdekte buitenruimte kunnen optreden. Er is echter een aantal factoren dat ervoor zorgt dat dit scenario zeer onwaarschijnlijk is:

- als het strak gespannen gaasdoek gedurende enige tijd (enkele minuten) in directe aanraking komt met uitslaande vlammen, zal het doek bezwijken en kan hitte en rook vrij opstijgen;
- het doek is voor ongeveer 45-50% volledig open. Hierdoor kunnen rook en hitte eenvoudig door het doek omhoog stijgen. Door de grote openheid zal er slechts een beperkte ophoping van hete rook onder het doek plaatsvinden;
- de rook, die zich desondanks onder het gaasdoek ophoopt, zal afkoelen naarmate de afstand tot de brand groter wordt. Zeer hoge temperaturen van boven de 200°C (ontstekingspunt cellulose-achtige materialen) zijn hierbij onwaarschijnlijk;
- hoewel in andere brandcompartimenten rondom de met gaasdoek overdekte ruimte door openstaande geveldelen mogelijk enige lichte rook zal toetreden, zal de temperatuur hiervan dusdanig laag zijn, dat er geen gevaar voor branduitbreiding via deze rook is.

Om een indicatie te krijgen van wat er gebeurt bij een brand in één van de bouwdelen grenzend aan de met gaasdoek overdekte buitenruimte, zijn enkele berekeningen uitgevoerd. Aan de hand van een tweetal brandscenario's is bekeken hoe de opbouw van rook in de ruimte zich zal ontwikkelen, als het gaasdoek in tact blijft. Als het gaasdoek bezwijkt, zal er geen rookophoping in de buitenruimte plaatsvinden. Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van het "Vultijdenmodel"[2] en van de beoordelingsmethode NEN 6093:1995[3].

Normale situatie: sprinkler in bedrijf (bijlage 6)

In het eerste geval zal de sprinkler normaal functioneren. Een brand in de aangrenzende bouwdelen zal beperkt blijven tot een oppervlak van circa 9 m^2, waarbij slechts een beperkt warmtevermogen vrij komt. Na enige tijd zal een stabiele situatie ontstaan in bouwdeel T. De temperatuur van de rook en de rooklaag zal niet meer stijgen en deze zal door een stabiele af- en toevoer van rook niet dikker of dunner worden. Dit wordt veroorzaakt doordat de brand door de sprinklerinstallatie beheerst wordt.

Uit de berekeningen blijkt de temperatuur van eventuele rook in de met gaasdoek overdekte ruimte ongeveer 30 °C te bedragen. De dikte van de laag rook zal gemiddeld minder dan 1 m zijn.

[2] "Vultijdenmodel voor grote brandcompartimenten", rapport 96-CVB-R0330(1) van oktober 1996.

[3] Brandveiligheid van gebouwen - Beoordelingsmethode van rook- en warmteafvoerinstallaties

Uitzonderingssituatie: sprinkler faalt (bijlage 6)

Als de sprinkler faalt, zal een brand zich binnen een bouwdeel kunnen uitbreiden tot een aanzienlijk oppervlak. Theoretisch kan een brand zich door het gehele compartiment verspreiden. Afhankelijk van de grootte en fysische eigenschappen van een compartiment, zal een brand echter nooit in het gehele compartiment tegelijkertijd in volle hevigheid woeden. Een brand zal zich langzaam verplaatsen door het compartiment ('zonal burning'). Het totale oppervlak van een brand zal dan ook kleiner zijn dan de grootte van het brandcompartiment.

Er is een situatie gemodelleerd waarbij een gebied van twee bouwlagen over de volledige breedte in brand staat. In de ruimte waar brand ontstaat, zal na enige tijd een flashover plaatsvinden. Op dat moment zal ook de hoeveelheid rook en warmte, die naar de gaasdoekoverkapte ruimte wordt afgevoerd stabiel worden. De kans is groot dat het gaasdoek binnen enkele minuten nadat er een flashover heeft plaatsgevonden, bezwijkt door direct contact met uitslaande vlammen. In de berekening is echter het veilige uitgangspunt gehanteerd, dat het gaasdoek gedurende tenminste een uur volledig in tact blijft.

Uit de berekeningen van dit zeer conservatieve model blijkt de temperatuur van eventuele rook in de met gaasdoek overdekte ruimte op kan lopen tot ruim 185 °C. Deze temperatuur wordt bereikt na ongeveer 20 minuten en neemt hierna niet meer toe doordat de brand min of meer zijn maximale grootte bereikt heeft.

De dikte van de laag rook zal in deze situatie gemiddeld ongeveer 4 m dik zijn. Hoewel de rook de beglazing van bouwdeel H en de kunststof kussens van bouwdeel I in deze zeer uitzonderlijke situatie gedeeltelijk kan laten bezwijken, zal de temperatuur van de rook echter onvoldoende hoog zijn om spontaan brand te veroorzaken in deze bouwdelen. De beheersbaarheid van de brand is dan ook voldoende gewaarborgd.

5. VLUCHTEN

5.1 Eisen

De eisen ten aanzien van veilig vluchten zijn vastgelegd in het Bouwbesluit en de Gemeentelijke Bouwverordening.

In beginsel dient vanuit een ruimte binnen een bepaalde afstand een veilige (bij brand rookvrije) plek gevlucht te kunnen worden. Verder moeten er in principe altijd twee routes beschikbaar zijn zodat bij een blokkade van één route altijd een alternatieve route gekozen kan worden, de zogenaamde onafhankelijke vluchtroutes.

5.2 Vluchtprincipes

5.2.1 Laagbouw

In de nieuwbouw wordt voor de ontvluchting gebruikgemaakt van in totaal drie trappen in het zuidelijke bouwdeel (trap 03, 08 en 09) en 5 trappen in het noordelijke bouwdeel (trap 06, 07, 10, 11 en 12). De trappen leiden op de begane grond, eventueel via rookvrije routes, naar het aansluitende terrein.

Voor een aantal situaties is in bijlage 7 een voorbeeld gegeven van het vluchtprincipe bij een bepaald brandscenario.

- scenario 1: brand in RC09, vluchten uit bouwdeel D op de tweede verdieping:
  - vanaf de verdieping kan gevlucht worden naar trap 11 of via naar RC13 naar trap 06 of trap 07. Op de begane grond kan vanuit trap 11 via RC10 naar RC06 gevlucht worden en vandaar uit naar buiten. Vanuit trap 06 of 07 kan via respectievelijk RC05 of RC06 naar buiten gevlucht worden;
- scenario 2: brand in RC06, vluchten uit bouwdeel D op de 2^e verdieping:
  - vanaf de verdieping kan gevlucht worden naar trap 11 of via naar RC13 naar trap 06 of trap 07. Op de begane grond kan vanuit trap 11 via RC10 richting RC06 gevlucht worden. Hier blijkt, dat de route door RC06 geblokkeerd is en via de alternatieve route door de serre (RC09) naar buiten gevlucht moet worden. Vanuit trap 06 kan via RC05 naar buiten gevlucht worden. Bij het verlaten van trap 07 zal men tot de ontdekking komen, dat deze route geblokkeerd is.
    Men zal een verdieping hoger via RC13 naar trap 06 kunnen vluchten en zo via RC05 het gebouw kunnen verlaten. Eventueel kunnen ook de andere trappen gebruikt worden;

- scenario 3: brand in RC10, vluchten uit bouwdeel D op de tweede verdieping:
  - vanaf de verdieping kan gevlucht worden naar trap 11 of via naar RC13 naar trap 06 of trap 07. Vanuit trap 06 of 07 kan via respectievelijk RC05 of RC06 naar buiten gevlucht worden. Op de begane grond zal blijken dat de route door RC10 geblokkeerd is. Op dat moment zullen de vluchtende personen een verdieping terug omhoog moeten, zodat vervolgens gevlucht kan worden via RC09 naar RC13 en vervolgens via trap 06 of 07 via RC05 of RC06 naar buiten;
- scenario 4: brand in RC10, vluchten uit bouwdeel D op de begane grond:
  - de ruimtes die op de begane grond van bouwdeel D liggen, moeten vluchten via RC10. Bij een brand in RC10 zijn de vluchtroutes geblokkeerd. In vergelijking met een situatie waarbij de begane grond volledig als rookcompartiment kan altijd vanuit een ruimte binnen 20 m/30 m worden gevlucht naar één van de twee uitgangen van het rookcompartiment. Als één route geblokkeerd raakt door brand, kan altijd de andere route gekozen worden (zie bijvoorbeeld de situatie op de begane grond van bouwdeel A).

Hoewel bij het beschouwen van de verschillende scenario's vaak één van de vluchtroutes geblokkeerd zal zijn, zal men tijdens het vluchten nooit meer dan één bouwlaag terug omhoog hoeven te vluchten. Dit is in vergelijking met de eisen uit het Bouwbesluit een extra veiligheid. In principe mag, conform het Bouwbesluit, de gekozen vluchtroute volledig in omgekeerde richting worden afgelegd om vanaf het rookcompartiment waaruit men gevlucht is, de alternatieve route te kiezen. De kans dat men hierna opnieuw een door rook of brand geblokkeerde route kiest, is door de inrichting in rookcompartimenten uitgesloten. Dit geldt niet alleen voor dit scenario, maar voor alle denkbare scenario's in het plan.

Ten aanzien van de onafhankelijkheid tussen de vluchtroutes is in principe een WBDBO van 30 minuten vereist. Door de aanwezigheid van een sprinklerinstallatie kan deze eis verlaagd worden tot een WTRD van 30 minuten.

Op een aantal plekken is er sprake van samenvallende vluchtroutes vanuit een ruimte of zal er bij een nadere indeling in kantoorvertrekken sprake zijn van samenvallende vluchtroutes. Vanuit de bouwverordening geldt hiervoor de eis, dat in het gedeelte waar de vluchtroute kan blokkeren door brand, een lokale automatisch brandmeldinstallatie met ontruimingsalarmering noodzakelijk is.

5.2.2 *Hoogbouw*

In de hoogbouw kan vanuit een ruimte op een willekeurige bouwlaag via een tweetal trappen gevlucht worden. De trappen leiden naar de begane grond. Op de begane grond leidt een gang naar het met gaasdoek overdekte buitenterrein waarna het complex verlaten kan worden.

Op de eerste verdieping bevindt zich een vergadercentrum. Vanuit de vergaderzalen kan via trap 01 en trap 02 naar buiten gevlucht worden. Daarnaast kan gebruikgemaakt worden van de extra trap naar de entreehal op de begane grond.

5.3 Uitgangsbreedte rookcompartimenten en draairichting deuren

In het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan de minimale uitgangsbreedte van verblijfsruimten/-gebieden en rookcompartimenten. Voor de verschillende rookcompartimenten is gecontroleerd of voldaan wordt aan de gestelde eisen. In bijlage 8 is een tabel weergegeven met de bepaling.

Uit de tabel blijkt dat voor alle verblijfsgebieden/rookcompartimenten voldaan wordt aan de gestelde eisen.

5.4 Opvang- doorstroomcapaciteit vluchtvoorzieningen

5.4.1 *Algemeen*

Voor de bepaling van de opvang- en doorstroomcapaciteit van de trappenhuizen verwijst het Bouwbesluit 2003 naar de Regeling Bouwbesluit 2003. In deze regeling wordt alleen maar een functionele eis weergegeven.

Deze eis luidt "*Een ruimte, waardoor een rookvrije vluchtroute voert heeft, afhankelijk van de oppervlakte van de daarop aangewezen ruimten en van de bezettingsgraadklasse van die ruimten, een zodanige opvang- en doorstroomcapaciteit dat in geval van brand snel en veilig kan worden gevlucht. Daarbij kan rekening worden gehouden met gefaseerde ontruiming*".

In de toelichting van dit artikel staat vermeld dat er momenteel géén bepalingsmethoden voor de opvang- en doorstroomcapaciteit beschikbaar zijn die over voldoende draagvlak beschikken om in de regeling te worden opgenomen. In de toelichting van de regeling is een mogelijke bepalingsmethode voorgesteld. Deze is in principe alleen geschikt voor gebouwen met een kantoor- of logiesfunctie en minder geschikt voor bijeenkomstfuncties.

Om er bij brand of een andere calamiteit voor te zorgen dat alle aanwezigen voldoende snel uit een gebouw kunnen vluchten en te voorkomen dat er grote stagnatie in vluchtroutes ontstaat, wordt vaak van een maximale ontruimingstijd uitgegaan. Voor normale gebouwen wordt hiervoor vaak 15 minuten gehanteerd. Als er wordt gebruikgemaakt van rooksluizen en/of een overdrukinstallatie in het trappenhuis, mag een langere ontruimingstijd worden gehanteerd (bijvoorbeeld 20 minuten).

5.4.2 Laagbouw

De nieuwbouw bestaat uit vier bouwlagen. Bij de ontvluchting wordt in veel gevallen gebruik gemaakt van een horizontale vluchtroute naar aangrenzende rookcompartimenten. In deze aangrenzende rookcompartimenten is altijd een verkeersroute aanwezig, die eventueel via een trappenhuis naar het aansluitende terrein leidt. In paragraaf 5.3 is reeds aangetoond, dat de rookcompartimenten voldoende uitgangsbreedte hebben. Een stagnatie tijdens het vluchten doordat er achter de toegangen van het rookcompartiment onvoldoende opvangcapaciteit aanwezig is, is door de horizontale ontvluchting naar de aangrenzende rookcompartimenten zeer onwaarschijnlijk. Gezien de uitgestrektheid van het nieuwbouwgedeelte zal er geen grote stagnatie tijdens het vluchten optreden.

In bijlage 9 is een berekening weergegeven van de doorstroomcapaciteit van de trappenhuizen in het nieuwbouwgedeelte. Hieruit blijkt dat de doorstroming ruim voldoende is om het gebouw binnen 15 minuten te kunnen ontruimen.

5.4.3 Hoogbouw

In bouwdeel H zijn op de derde bouwlaag en hoger op elke bouwlaag twee trappenhuizen beschikbaar als vluchtroute. De vluchtende personen zijn in de voorportalen voor de trappenhuizen en de trappenhuizen zelf veilig bij brand op hun eigen verdieping. Het aantal personen dat in de voorportalen en de beide trappenhuizen kan worden opgevangen is bepaald conform de toelichting op de Regeling Bouwbesluit 2003. Per bouwlaag is in totaal opvang voor 2×78 = 156 personen (bordessen en vloeren 15 m^2 +18 treden per trap) Op een bouwlaag zonder vide is totaal 820 m^2 (verblijfsgebied) wat bij bezettingsgraadklasse B4 overeenkomt met 69 personen per bouwlaag (12 m^2 per persoon). Uit deze berekening blijkt dat er op deze bouwlagen voldoende opvangcapaciteit voorhanden is.

Op de tweede bouwlaag is een vergadercentrum gelegen. Vanuit de vergaderzalen kan gevlucht worden naar de twee trappenhuizen.
De opvang kan plaatsvinden in de trappenhuizen (156 personen) en in de verkeerszone van RC 23 (172 personen), zodat in totaal 328 personen op deze verdieping kunnen worden opgevangen. Het aantal personen dat op deze bouwlaag aanwezig zal zijn, bedraagt ruim 250 (500m^2/2m^2 per persoon). Er is dan ook ruim voldoende opvangcapaciteit beschikbaar voor deze gebruiksfunctie.

De snelheid van de ontruiming van het gebouw is bepaald met het computerprogramma Simulex. In bijlage 10 is een uitleg van het programma gegeven. Voor de input is gebruikgemaakt van de verschillende plattegronden. In onderstaande tabel is per bouwlaag aangegeven hoeveel personen er worden verondersteld op basis van het oppervlak van de bouwlaag en de bezettingsgraadklasse. In bijlage 11 is voor een aantal bouwlagen weergegeven hoe het vluchtverloop tijdens een algehele ontruiming zal zijn. Opgemerkt wordt dat er hierbij in de regelgeving niet van wordt uitgegaan, dat er daadwerkelijk ergens een brand aanwezig is, die een vluchtroute blokkeert. Er wordt dan ook vanuit gegaan dat alle vluchtroutes volledig en vrij beschikbaar zijn.

Uit de simulaties volgt dat de ontruimingstijd van bouwdeel H ongeveer 18 minuten bedraagt. Na 17:15 minuten is het gebouw ontruimd en zal ook de met gaasdoekoverdekte ruimte enige tijd later ook volledig ontruimd zijn.

Tabel 1

Bezetting en ontruiming bouwdeel H

bouwlaag	niveau	m^2 VG	bezetting	# personen
23	80.060 +P	techniek	8 m^2 p.p.	11
22	76.260 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
21	72.800 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
20	69.400 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
19	66.000 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
18	62.600 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
17	59.200 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
16	55.800 +P	ca. 820 m^2	8 m^2 p.p.	104
15	52.400 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
14	45.600 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
13	42.200 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
12	38.800 +P	ca. 820 m^2	8 m^2 p.p.	104
11	35.400 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
10	32.000 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
9	28.600 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
8	25.200 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
7	21.800 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
6	18.400 +P	ca. 790 m^2	8 m^2 p.p.	100
5	15.000 +P	ca. 820 m^2	8 m^2 p.p.	104
4	11.600 +P	ca. 820 m^2	8 m^2 p.p.	104
3	8.200 +P	ca. 820 m^2	8 m^2 p.p.	104
2	4.800 +P	ca. 650 m^2	2 m^2 p.p.	325
1	Peil	-	-	-
kelder	-3.600 +P	-	-	-
totaal	-	-	-	2.356
ontruimingstijd:		17:15 minuten		

Bouwdeel 'entreegebied'/'kelder'

In het entreegebied bevinden zich eigenlijk vrijwel geen verblijfsgebieden. Er zullen geen grote concentraties personen aanwezig zijn. Uit de plattegronden blijkt dat in het gehele gebied binnen een loopafstand van 30 m^1 (ingedeelde ruimte) naar een veilig en rookvrij gebied gevlucht kan worden (bouwdeel A en B, bouwdeel H, naar buiten). De totale uitgangsbreedte (circa 9.000 mm) is voldoende groot om tot circa 800 personen veilig te kunnen laten vluchten.

In de kelder bevindt zich een archief. Hiervoor wordt bezettingsgraadklasse B5 aangehouden. Binnen een maximale loopafstand van 45 m^1 (ingedeeld gebied) is altijd een uitgang te bereiken (trap 02, trap 04 of via RC07 naar bouwdeel B). De opvangcapaciteit in de verkeersgebieden en trappen is ruim voldoende voor het zeer beperkte aantal mensen dat zal gebruikmaken van de kelderverdieping.

6. BRANDVEILIGHEIDSINSTALLATIES

6.1 Laagbouw

Om een veilige en tijdige ontruiming van de gebouwen mogelijk te maken en voor de brandweer een situatie te creëren waarbinnen zij op een goede en veilig wijze een brand in het gebouw kunnen bestrijden, is een aantal specifieke voorzieningen in het ontwerp opgenomen. De voorzieningen zijn bepaald aan de hand van het Bouwbesluit, de ModelBouwVerordening (MBV) NEN 2575:2000 en het overleg met de toetsende instantie.

De volgende voorzieningen zijn in de laagbouw aanwezig:

- een ontruimingsalarminstallatie van het type 'C' met luid alarm conform NEN 2575:2000, voorzien van handbrandmelders. De installatie dient gekoppeld te worden met de sprinklerinstallatie. Bij een automatische melding via de sprinklerinstallatie dient conform de eisen uit de bouwverordening een rechtstreekse doormelding naar de alarmcentrale van de brandweer plaats te vinden. In verband met de praktische uitvoering is gekozen voor een type 'B' installatie met luid alarm;
- lokaal dient een brandmeldinstallatie te worden aangebracht met ruimtebewaking. Dit geldt voor gebieden waar ervan uit verblijfsruimten samenvallende vluchtroutes voorkomen ('doodlopende gangen');
- een eventuele vastzetinrichting (kleefmagneten) van de zelfsluitende deuren dient bij een brandmelding of spanninguitval, zodat de deuren automatisch sluiten;
- brandslanghaspels met een lengte van maximaal 30 m^1. Bij de plaatsbepaling van deze haspels kan er in principe van worden uitgegaan dat er binnen een cirkel van 23.3 m^1 voldoende dekking optreedt waarbij de dekking per rookcompartiment dient te worden bepaald;
- brandmeldpaneel bij de hoofdingang en nevenpanelen bij de overige brandweeringangen. Uitvoering in overleg met de brandweer te bepalen;
- het gebouw dient voorzien te worden van noodverlichting en vluchtwegaanduiding;
- droge blusleidingen in verband met de uitgestrektheid van het complex.

6.2 Hoogbouw

Om een veilige en tijdige ontruiming van de gebouwen mogelijk te maken en voor de brandweer een situatie te creëren waarbinnen zij op een goede en veilig wijze een brand in het gebouw kunnen bestrijden, is een aantal specifieke voorzieningen in het ontwerp opgenomen. De voorzieningen zijn bepaald aan de hand van het Bouwbesluit, de ModelBouwVerordening, NEN 2575:2000 en het overleg met de toetsende instantie.

De volgende voorzieningen zullen in het ontwerp van de hoogbouw worden geïntegreerd:

- gezien de gebouwhoogte is het noodzakelijk om een brand snel te detecteren, zodat personen snel gealarmeerd worden en snel het gebouw kunnen verlaten. Daarnaast heeft de brandweer bij hoge gebouwen meer tijd nodig voor het feitelijke bestrijden van een brand. Hierdoor is een snelle branddetectie noodzakelijk. Het gebouw zal daarom voorzien worden van een gecertificeerde quick-response sprinklerinstallatie in combinatie met een brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking (verkeerszones). Beide installaties zullen een directe doormelding naar de meldkamer of de alarmcentrale van de brandweer hebben en gekoppeld worden aan een ontruimingsalarminstallatie;
- de brandmeldinstallatie is tevens voorzien van handbrandmelders en dient gekoppeld te worden aan een ontruimingsalarminstallatie type 'A' met luid alarm en gesproken woord (conform NEN 2575:2000);
- een eventuele vastzetinrichting (kleefmagneten) van zelfsluitende deuren dient bij een brandmelding of spanninguitval ontgrendeld te worden zodat de deuren automatisch sluiten;
- twee brandweerliften (conform NEN-EN 81-1/2). Gezien de gebouwhoogte (>70 m^1) dient ook bij onderhoud tenminste één lift beschikbaar te zijn voor de brandweer. De brandweerliften zullen samen met de andere liften in een brandvrije kern worden opgenomen (WBDBO naar aangrenzende ruimten tenminste 60 minuten) waarbij de bestaande brandweerliften rookwerend zijn gescheiden van de voorportalen;
- er wordt tenminste één natte blusleiding geplaatst die voorzien is van een eigen hydrofoorinstallatie. Doordat de leiding permanent gevuld is met bluswater kan dit de tijd die nodig is voor de toevoer van bluswater naar de brand verkorten;
- beide vluchttrappenhuizen worden voorzien van een rooksluis en een overdrukinstallatie, zodat de kans nihil is dat er rook tot één van de trappenhuizen toetreedt;
- brandslanghaspels met een lengte van maximaal 30 m^1. Bij de plaatsbepaling van deze haspels kan er in principe vanuit worden gegaan, dat er binnen een cirkel van 23.3 m^1 voldoende dekking optreedt. Daarnaast zullen er nabij de brandslanghaspels handblusmiddelen worden geplaatst;
- het installeren van een communicatiesysteem, ten behoeve van de interne communicatie waardoor communicatie mogelijk gemaakt wordt tussen de brandweerliften, de rookportalen voor de vluchttrappen en de plaats van waaruit de brandbestrijding wordt gecoördineerd. Deze coördinatieplek zal gecombineerd worden met een baliefunctie nabij de hoofdentree. Het communicatiesysteem dient tenminste 60 minuten functiebehoud hebben bij brand;

- het aanbrengen van een brandmeldpaneel in een nog nader te bepalen uitvoering met nog nader te bepalen koppelingen. Dit paneel zal bij de coördinatiepost/receptie worden geïnstalleerd;
- het voorzien van noodverlichting en vluchtwegaanduiding in het gebouw;
- indien door de inrichting van het gebouw zogenaamde 'doodlopende' gangen ontstaan, geldt de combinatie van een fast-response sprinklerinstallatie en een brandmeldinstallatie met gedeeltelijke detectie als gelijkwaardige oplossing voor het toepassen van een vanuit de bouwverordening voorgeschreven brandmeldinstallatie met ruimtebewaking voor deze 'doodlopende' delen (zie bijlage 12 voor een onderbouwing hiervan).

7. MATERIAALEISEN

De volgende eisen worden gesteld aan toepassing van materialen in het gebouw, hierbij wordt er onderscheid gemaakt in de materialen die er op basis van het bouwbesluit mogen worden toegepast (het casco) en de materialen die er op basis van de ModelBouwVerordening mogen worden toegepast (inrichting).

7.1 Bouwbesluit

De daken van de gebouwen mogen, bepaald overeenkomstig NEN 6063, niet brandgevaarlijk zijn.

Constructie-onderdelen (met uitzondering van deuren, ramen, kozijnen en hiermee gelijk te stellen constructie-onderdelen) grenzend aan de *binnenlucht* voldoen aan de volgens NEN 6065 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting tenminste aan:

- een constructie-onderdeel grenzend aan brand- en rookvrije vluchtroutes: klasse 2;
- een constructie-onderdeel grenzend aan rookvrije vluchtroutes: klasse 4;
- een constructie-onderdeel grenzend aan overige binnenruimtes: klasse 4.

Constructie-onderdelen, met uitzondering van deuren, ramen, kozijnen en hiermee gelijk te stellen constructie-onderdelen grenzend aan de *buitenlucht* voldoen aan de volgens NEN 6065 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting tenminste aan:

- een constructie-onderdeel grenzend aan brand- en rookvrije vluchtroutes: klasse 2;
- een constructie-onderdeel grenzend aan rookvrije vluchtroutes: klasse 4;
- een constructie-onderdeel grenzend aan overige binnenruimtes: klasse 4;
- een constructie-onderdelen meer dan 13 m^1 boven meetniveau: klasse 2;
- een constructie-onderdeel van een gebouw met een vloer boven 5 m^1 vanaf meetniveau vanaf het aansluitende terrein tot een hoogte van 2.5 m^1: klasse 1;
- een constructie-onderdeel vanaf een hoogte van 2.5 m^1 wanneer brandoverslag via gevelopeningen beschouwd dient te worden (conform eisen NEN 6068): klasse 2;
- deuren, ramen, kozijnen en hiermee gelijk te stellen constructieonderdelen in alle gevallen: klasse 4.

Vloeren, hellingbanen, trappen en daken voldoen aan de volgens NEN 1775 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting tenminste aan:

- een constructieonderdeel grenzend aan brand- en rookvrije vluchtroutes: klasse T1;
- de overige constructieonderdelen: klasse T3.
  (Op grond van de benodigde gebruiksvergunning voor het complex dienen alle vloerafwerkingen echter te voldoen aan klasse T1 bepaald conform NEN 1775!)

Ten aanzien van de rookproductie van materialen geldt:

- het constructie-onderdeel grenzend aan de binnenlucht heeft een rookdichtheid van maximaal 10 m^{-1} (bepaald overeenkomstig NEN 6066);
- een naar een binnenlucht en rook- en brandvrije vluchtroute toegekeerde zijde van een constructie-onderdeel, met uitzondering van vloeren, hellingbanen en trappen, dat aan brandvoortplantingsklasse 1 conform NEN 6065 voldoet, mag geen grotere rookdichtheid hebben dan 5.4 m^{-1} (bepaald overeenkomstig NEN 6066);
- een naar een binnenlucht en rook- en brandvrije vluchtroute toegekeerde zijde van een constructie-onderdeel, met uitzondering van vloeren, hellingbanen en trappen, dat aan brandvoortplantingsklasse 2 conform NEN 6065 voldoet, mag geen grotere rookdichtheid hebben dan 2.2 m^{-1} (bepaald overeenkomstig NEN 6066);
- voor aankledingen en versieringen geldt op grond van de vereiste gebruiksvergunning een maximale rookdichtheid van 2.2 m^{-1} bepaald conform NEN 6066.

De materiaaleigenschappen mogen, naast de bepalingsmethode conform NEN 6063, NEN 6065, NEN 6066, NEN 1775 ook bepaald worden conform de hiervoor aangewezen Europese normen.

7.2 Bouwverordening

Conform de bouwverordening dienen de bekledingsmaterialen van het gebouw te voldoen aan de volgende eisen:

- bekleding van de vloeren brandvoortplantingsklasse T1 (NEN 1775);
- overige bekledingsmaterialen brandvoortplantingsklasse 2 (NEN 6065);
- voor gordijnen en overige verticale bekleding gelden bovendien de volgende eisen:
  - navlamduur maximaal 15 seconden;
  - nagloeiduur maximaal 60 seconden (NEN-EN-ISO 6940 en NEN 6941);
- de stoelen in bijvoorbeeld de bijeenkomstzalen dienen moeilijk ontvlambaar te zijn, het opstellingsplan van de stoelen dient te voldoen aan artikel 6 van bijlage 4 van de MBV;
- aankledingsmaterialen en versieringen dienen op grond van de eisen die op grond van de vereiste gebruiksvergunning gesteld worden te voldoen aan maximaal brandvoortplantingsklasse 2 conform NEN 6065.

8. BEREIKBAARHEIDSKAART / AANVALSPLAN

In het vooroverleg is met de brandweer gesproken over hoe het complex bij een brand te benaderen zal zijn. In bijlage 13 is een situatietekening weergegeven waarop een aantal zaken is weergegeven.

Besproken is dat er in het kader van de bereikbaarheidskaart/het aanvalsplan in principe gesproken wordt over een drietal bouwdelen:

- het bouwdeel noord (bouwdelen A, B en SA);
- de hoogbouw (bouwdeel H, T, en I);
- het bouwdeel zuid (bouwdelen C, D, E, SC, en SD).

De hoofdtoegang voor de brandweer bevindt zich ter plekke van de hoofdingang van het gebouw. In de directe omgeving van deze ingang bevindt zich een sleutelkluis of -buis met een sleutel, zodat de brandweer het pand te allen tijde kan betreden. Direct bij de hoofdingang is tevens een geografisch brandweerpaneel aangebracht. Bij de receptie van bouwdeel H bevindt zich de hoofdbrandmeldcentrale. Naast de hoofdtoegang is er een tweetal neveningangen. Bij deze ingangen zijn geografische nevenpanalen voorzien, evenals een sleutelbuis. Bij aankomst van de brandweer wordt via een flitslicht bij de betreffende brandweeringang aangegeven in welk bouwdeel er een brand is gemeld.

Nabij de brandweeringangen van de twee nieuwbouwdelen zijn opstelplaatsen voor blusvoertuigen gerealiseerd. Tevens zijn hier de voedingsaansluitingen voor de droge blusleidingen gesitueerd. Nabij de ingang zal tevens een verwijzing naar het dichtstbijzijnde voedingspunt (brandhydrant) worden aangebracht. De voeding van de natte blusleiding in bouwdeel H verloopt via een waterbassin met bijvulmogelijkheid en een hydrofoor en wordt via een elektronische schakeling in bedrijf gesteld.

Het één en ander zal tijdens de uitvoering in detail met de brandweer moeten worden uitgewerkt.

9. OVERZICHT GELIJKWAARDIGE OPLOSSINGEN

In deze rapportage is een aantal gelijkwaardige oplossingen voorgesteld en toegelicht. Op basis van de in deze rapportage gegeven argumentatie wordt verzocht dit te accorderen en de oplossingen als gelijkwaardig aan te merken.

Het betreft de volgende zaken:

1. gecertificeerde automatische sprinklerinstallatie als reductiemogelijkheid (30 minuten) voor de brandwerendheid van de hoofddraagconstructie van met name bouwdeel H;
2. berekeningsmethode met behulp van Voltra voor de bepaling van de temperatuur in het kader van de bepaling van de brandwerendheid van de staalkolommen in het te renoveren bouwdeel H als oplossing voor de bepaling conform NEN 6072;
3. gecertificeerde automatische sprinklerinstallatie als gelijkwaardige oplossing voor een bouwkundige brandcompartimentering conform het gepresenteerde plan;
4. gecertificeerde automatische sprinklerinstallatie in aangrenzende ruimte en trappenhuis als reductie op de eis voor een 60 minuten WBDBO tussen trappenhuizen, waardoor een vluchtroute voert (>8m hoogteoverbrugging) en de aangrenzende ruimte tot een eis WTRD 30 minuten;
5. bepaling brandoverslag aan de hand van een vereenvoudigd stralingsmodel voor de overslagsituaties uit paragraaf 4.4.2 en 4.4.3;
6. bepaling ontruiming/doorstroomcapaciteit van de vluchtroutes in bouwdeel H met behulp van Simulex als invulling van de eis uit de Regeling Bouwbesluit 2003;
7. het pakket maatregelen (bouwkundig en installatietechnisch) zoals opgenomen in deze rapportage voor bouwdeel H als invulling van de eis dat een gebouw hoger dan 70 m^1 voldoende brandveilig is;
8. gecertificeerde automatische sprinklerinstallatie in een quick-response uitvoering in combinatie met een automatische brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking als gelijkwaardigheid voor een automatische brandmeldinstallatie met ruimte bewaking voor delen waarbij sprake is van 'samenvallende vluchtroutes' als bedoeld in artikel 2.6.2 lid 2 van de MBV. Deze oplossing wordt vooralsnog in bouwdeel H toegepast.

10. RESUMÉ

Met deze rapportage is een toelichting gegeven op het brandveiligheidsconcept voor het nieuwbouwplan, waarbij een aantal aspecten zijn uitgewerkt. Tevens is een aantal berekeningen opgenomen waarmee een onderbouwing van het concept wordt verkregen.

Het gepresenteerde plan zal met voorzieningen, zoals deze zijn verwerkt in het ontwerp, een voldoende mate van brandveiligheid bieden zodat voldaan wordt aan de eisen uit het Bouwbesluit 2003 en de gemeentelijke bouwverordening.

Arnhem, 12 oktober 2004

Bijlage 1

Overzichtstekening bouwdelen, brand- en rookcompartimentering

= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

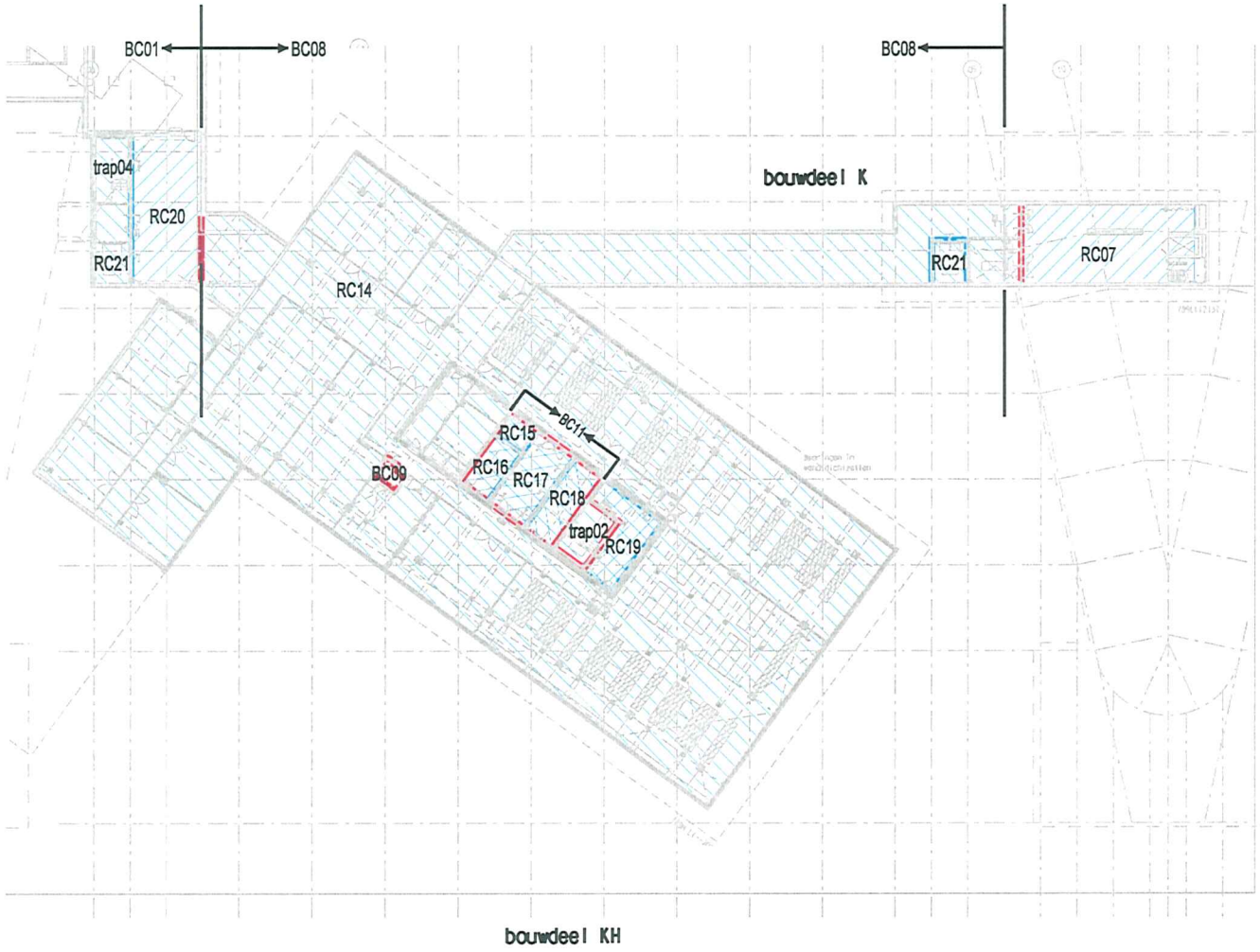
= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

rookcompartimenten RC14 en RC19
vormen samen brandcompartiment BC08.

rookcompartiment RC20 valt samen met
RC21 (bouwlaag 1)en RC22, RC23, RC24,
RC25 en RC26 (bouwlaag 2)
binnen brandcompartiment BC12

De liftdeuren hebben in de oude situatie
een BW functie. In de nieuwe situatie
wordt de doorgang naar de gangzone
dichtgezet met een 60 min BW deur.
Hierdoor vormen liftschachten incl.
voorruimtes 1 brandcompartiment BC11.
Brandweerlift en schachten 30RW
gescheiden van de liftvoorruimte.



nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwdeel K+KH
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

VROM Rijksgebouwendienst

789
L(--)
55

= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)
= scheiding 30 minuten brandwerend (30 BW)

= rookcompartiment (RC)

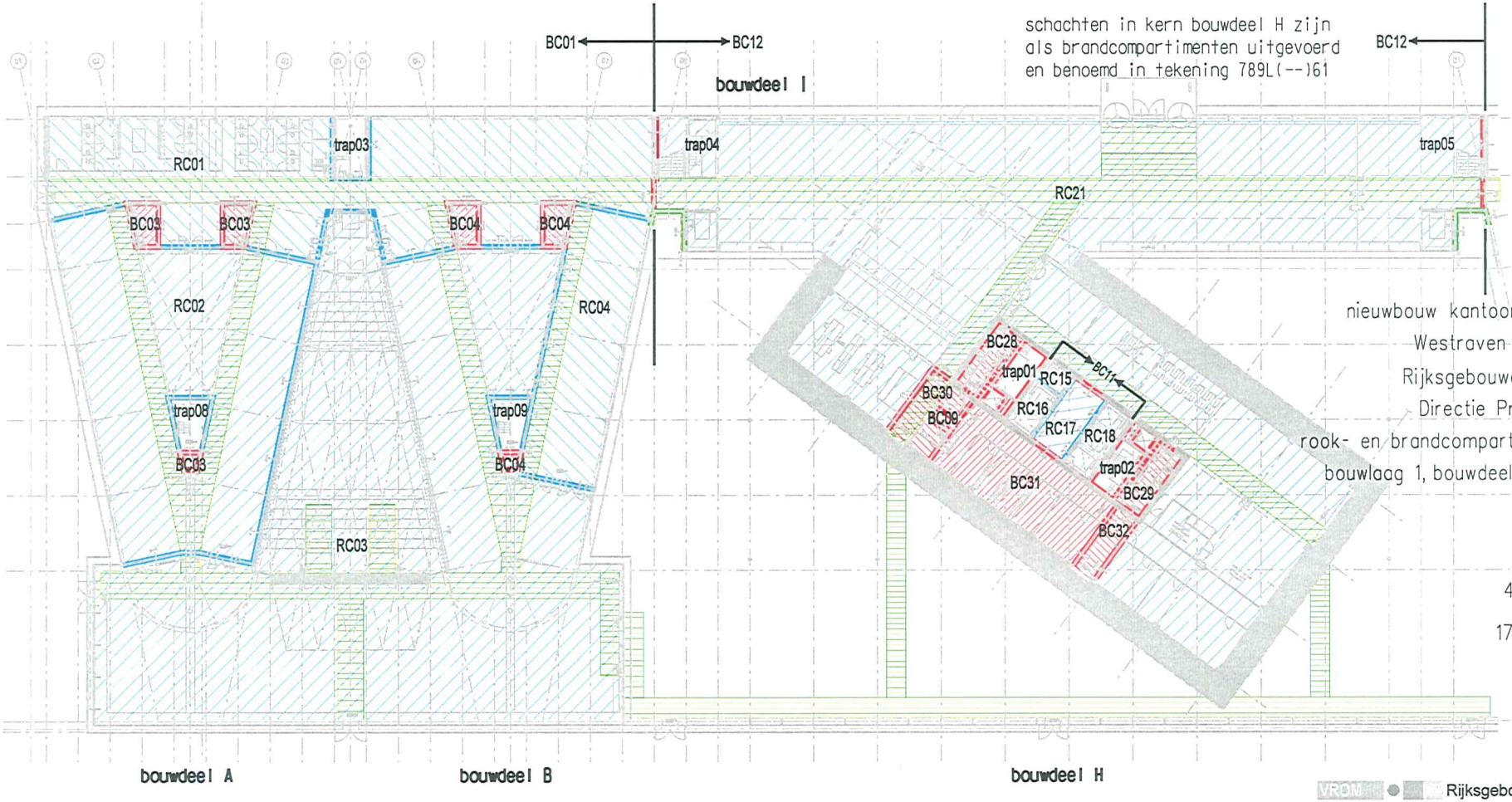
= brandcompartiment (BC)

=verkeerszone

Alle rookcompartimenten in bouwdeel A en B, inclusief bouwdeel SA, vormen samen brandcompartiment BC01.

De rookcompartimenten RC20 (bouwdeel K), RC21 (bouwlaag 1), RC22, RC23, RC24, RC25 en RC26 (bouwlaag 2) vallen samen in brandcompartiment BC12

schachten in kern bouwdeel H zijn als brandcompartimenten uitgevoerd en benoemd in tekening 789L(--)61



nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwlaag 1, bouwdeel A+B+I+H
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789 L(--) 56

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

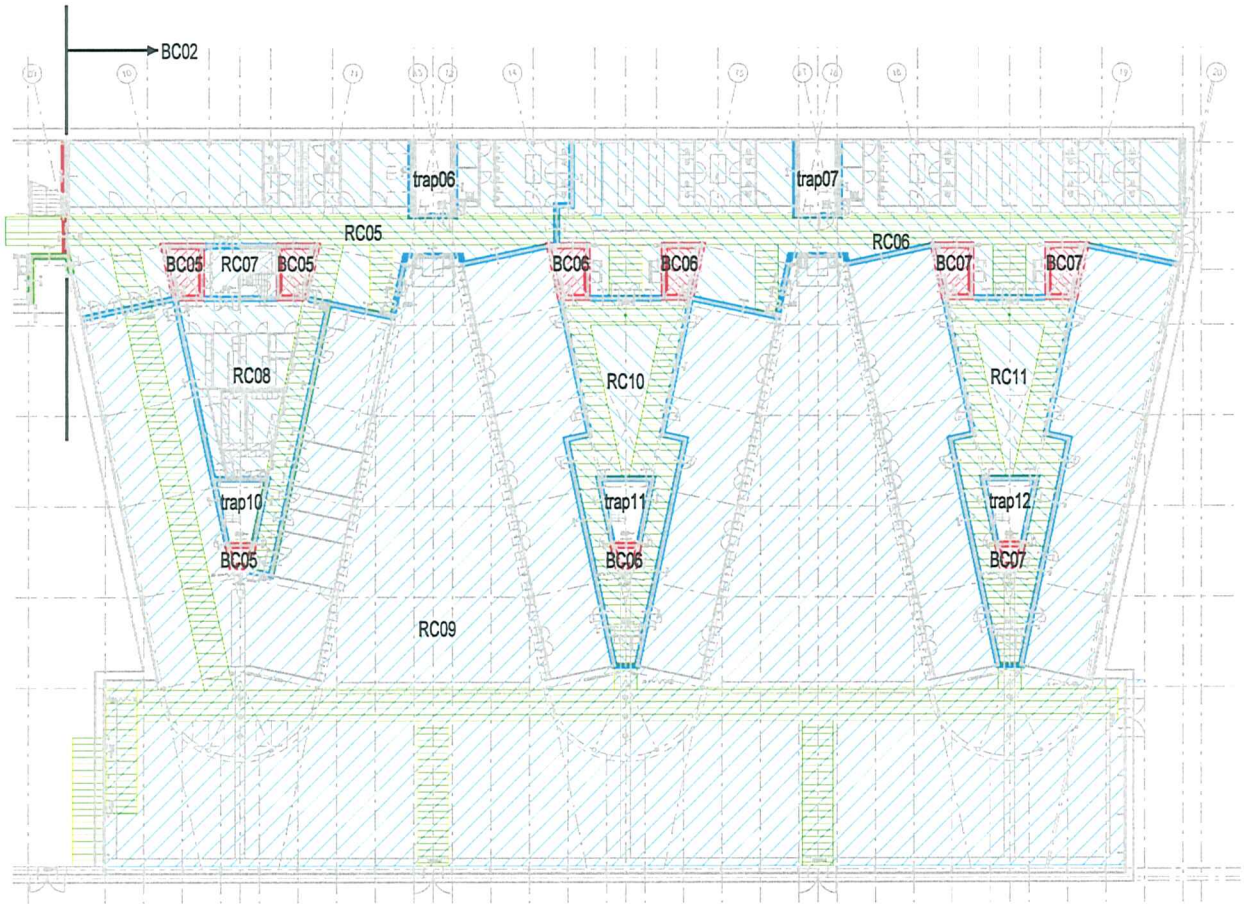
= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)
= scheiding 30 minuten brandwerend (30 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

=verkeerszone

Alle rookcompartimenten in bouwdelen C, D en E, inclusief SC en SD, vormen samen brandcompartiment BC02



cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwlaag 1, bouwdeel C+D+E
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789
L(--)
57

= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)
= scheiding 30 minuten brandwerend (30 BW)

= rookcompartiment (RC)

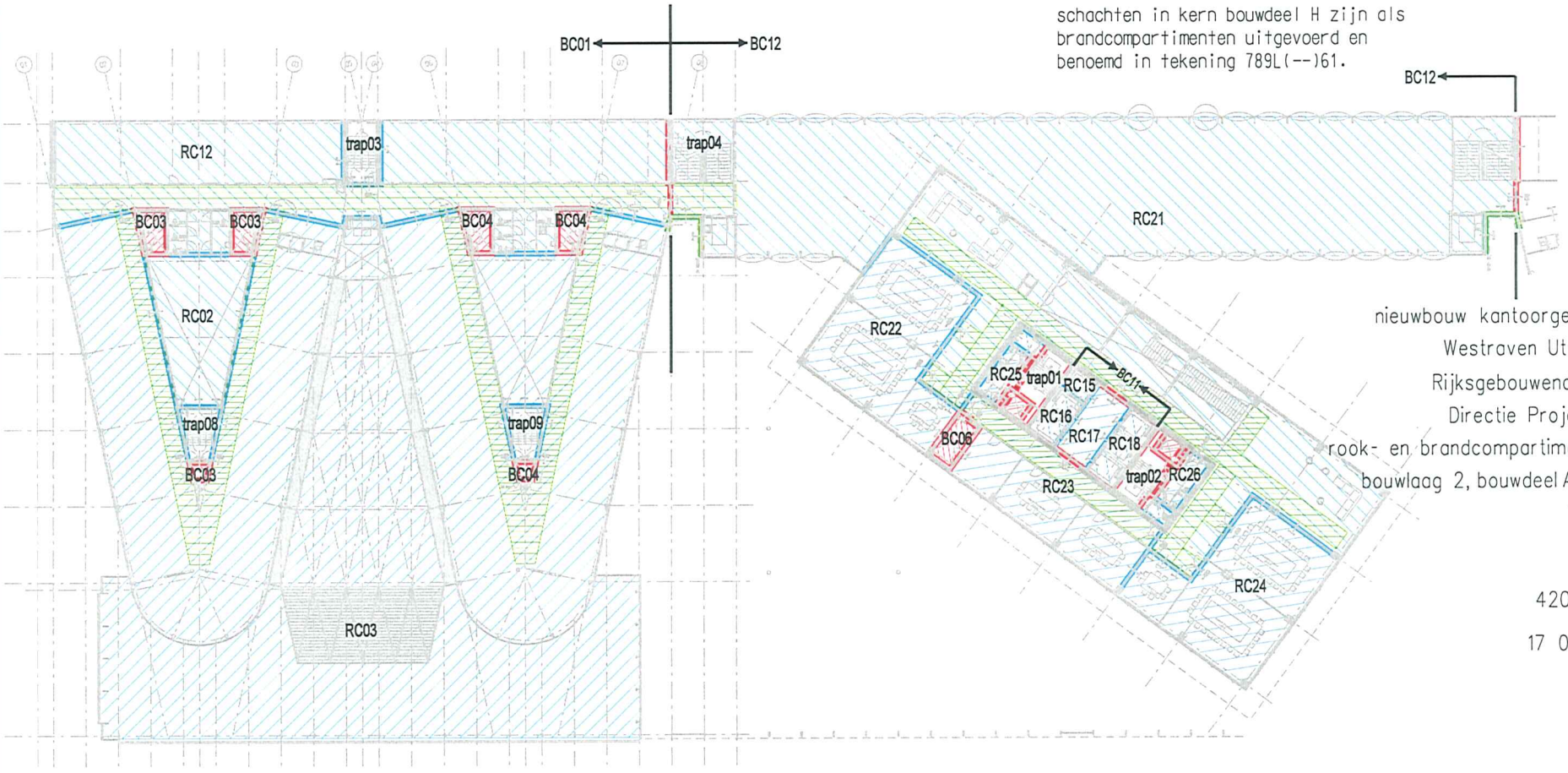
= brandcompartiment (BC)

= verkeerszone

Alle rookcompartimenten in bouwdelen A en B, inclusief SA, vormen samen brandcompartiment BC01.

De rookcompartimenten RC20 (bouwdeel K), RC21, RC22, RC23, RC24, TC25 en RC26, (bouwdeel H, bouwlaag 2) vallen samen binnen brandcompartiment BC12.

schachten in kern bouwdeel H zijn als brandcompartimenten uitgevoerd en benoemd in tekening 789L(--)61.



nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwlaag 2, bouwdeel A+B+H
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789 L(--) 58

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

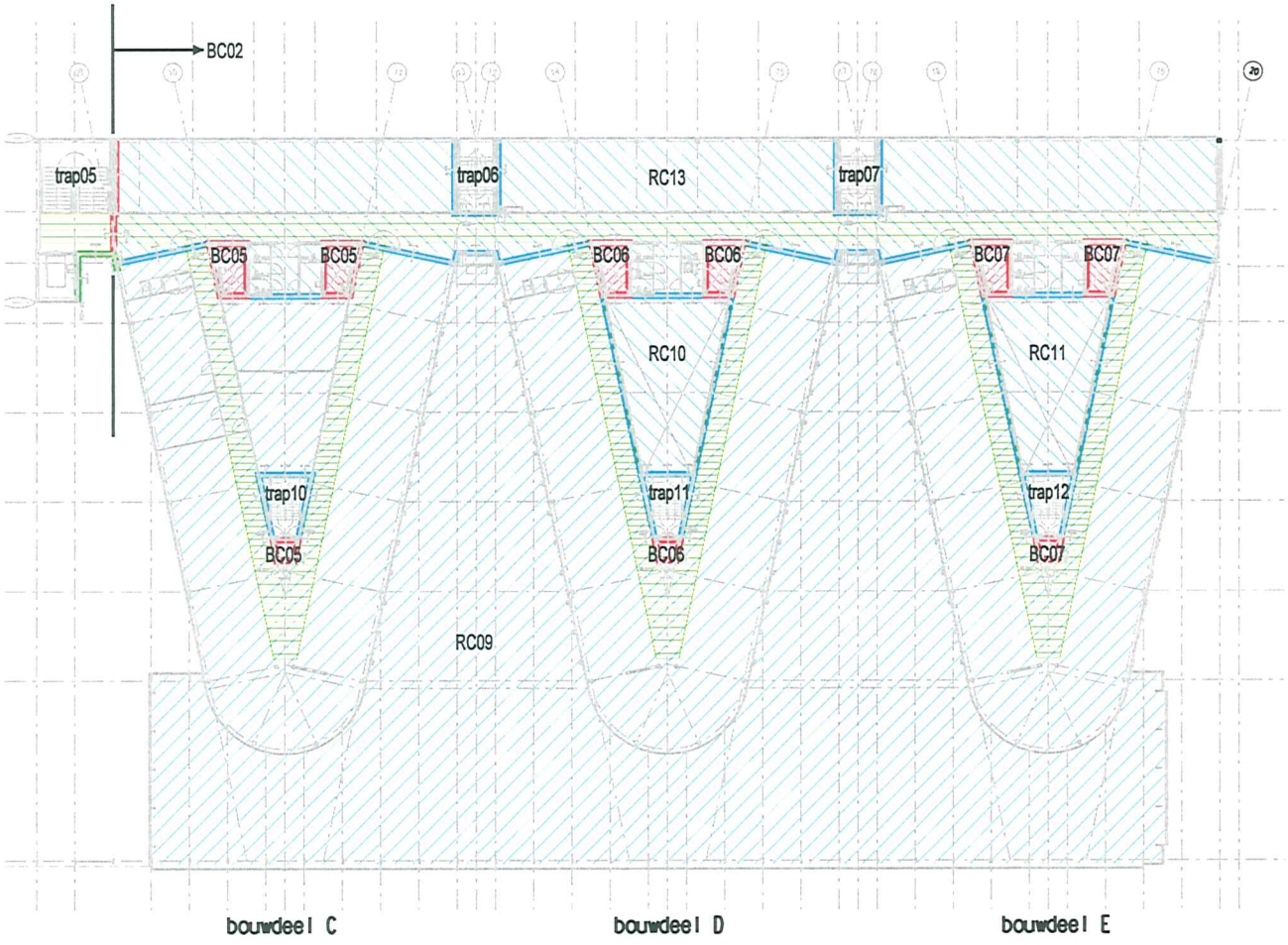
= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)
= scheiding 30 minuten brandwerend (30 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

= verkeerszone

Alle rookcompartimenten in bouwdelen C, D en E, inclusief SC en SD, vormen samen brandcompartiment BC02



cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwlaag 2, bouwdeel C+D+E
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789
L(--)
59

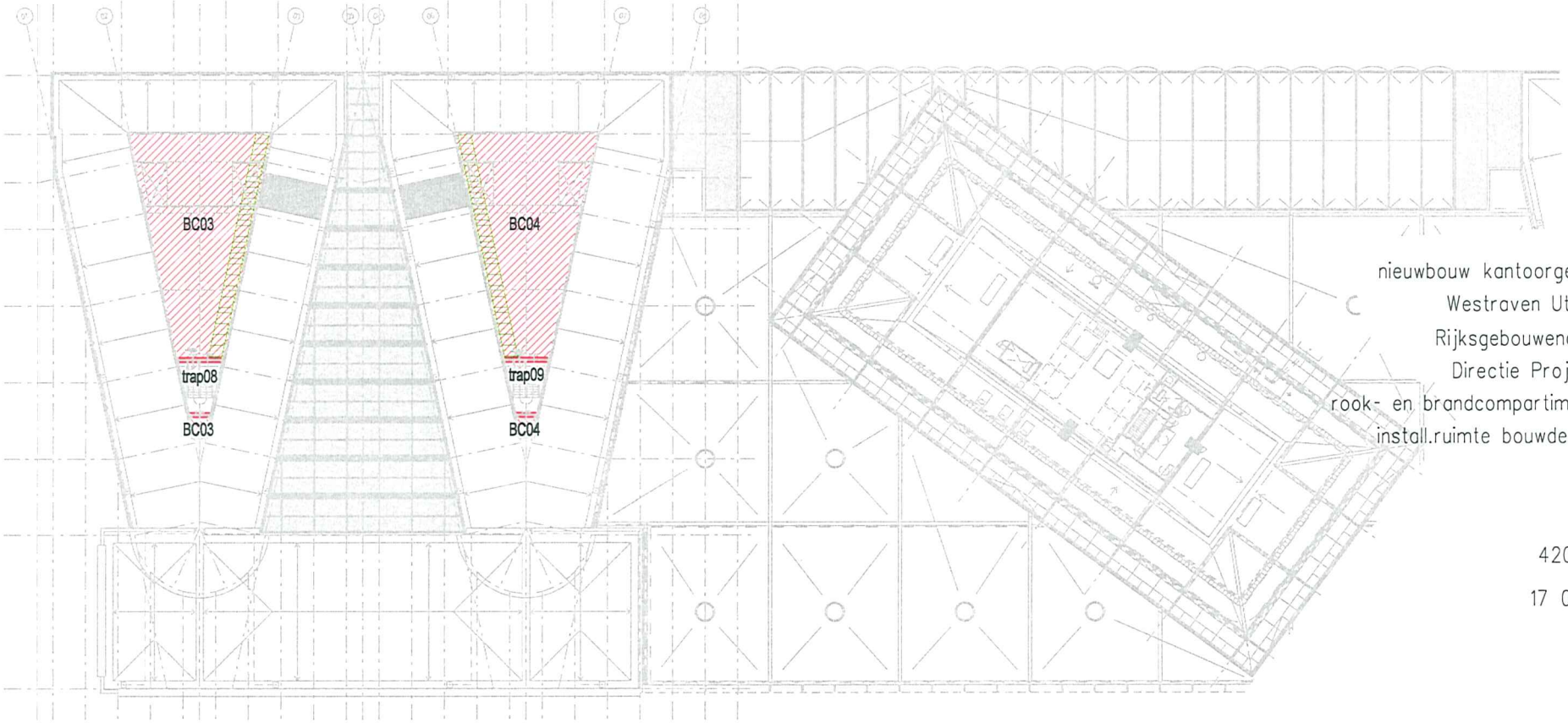
= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

= verkeerszone

De installatie ruimte (bouwlaag 5) vormt
samen met de 2 W-schachten op stramien
C en de kleinde W-schacht nabij stramien G,
1 brandcompartiment.



cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 213098
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
install.ruimte bouwdeel A+B
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

789
L(--)
60

VROM Rijksgebouwendienst

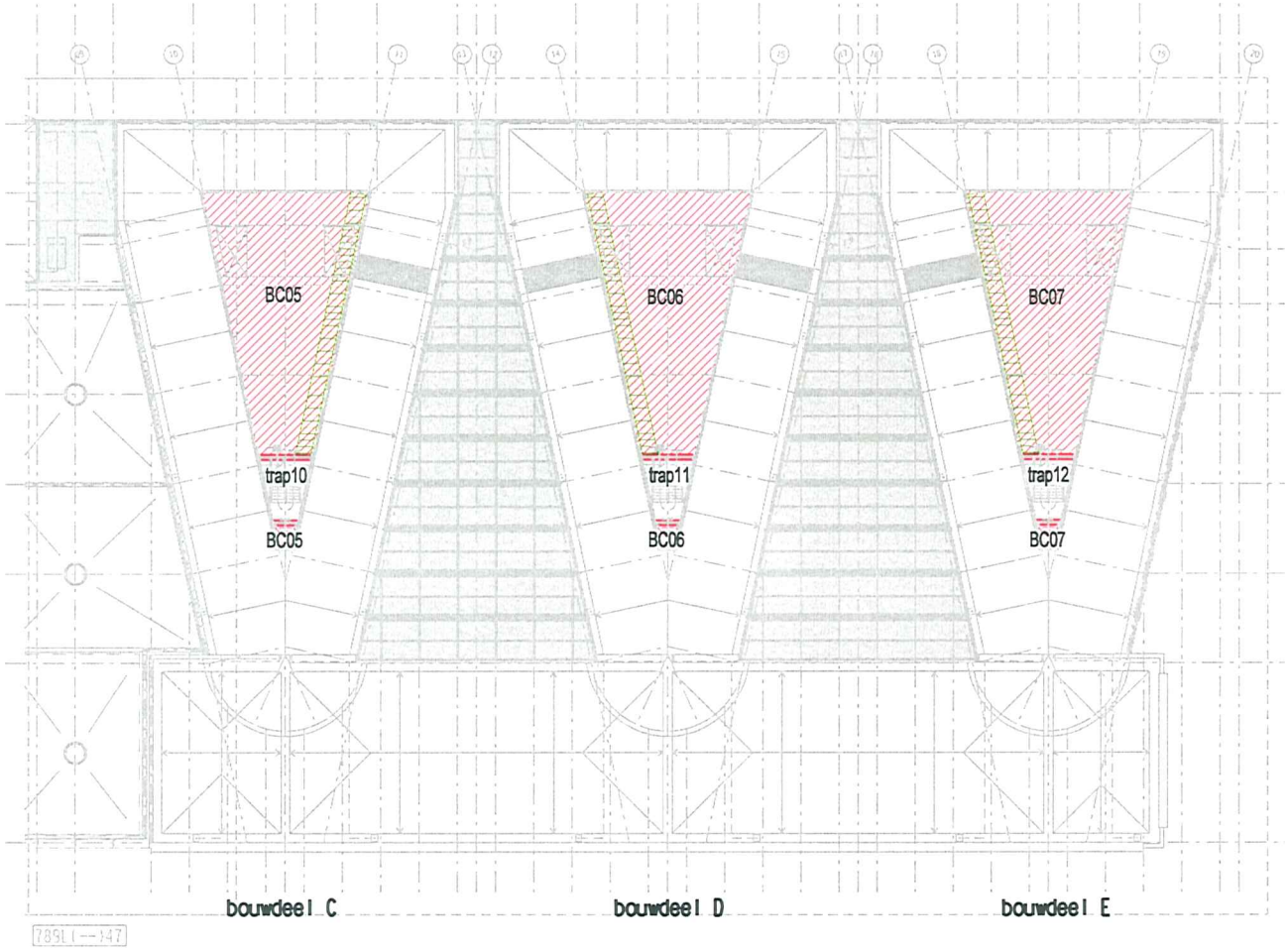
= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

= verkeerszone

De installatie ruimte (bouwlaag 5) vormt samen met de 2 W-schachten op stramien C en de kleinde W-schacht nabij stramien G, 1 brandcompartiment.



789L(--)47

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
install.ruimte bouwdeel C+D+E
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789 L(--) 61

= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

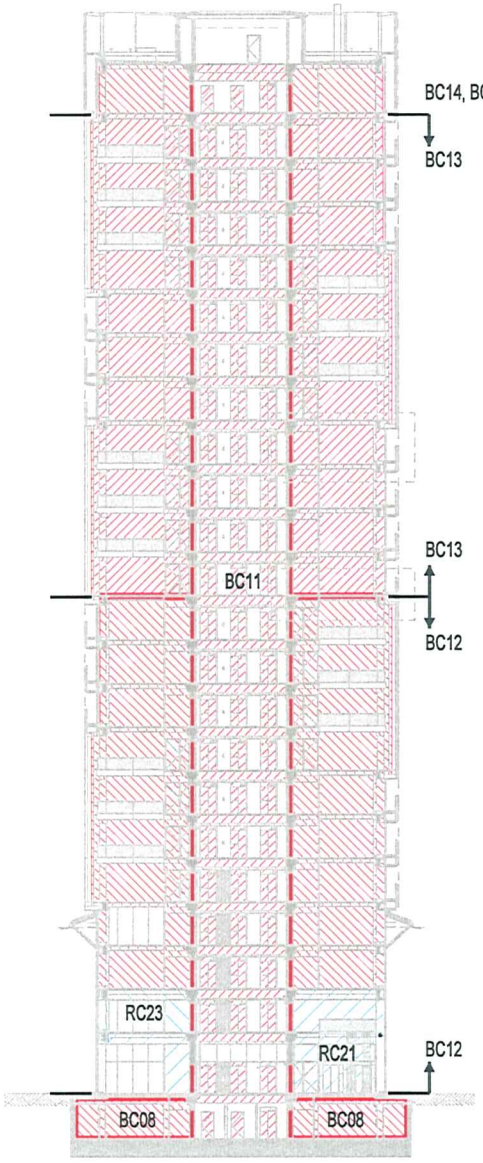
= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

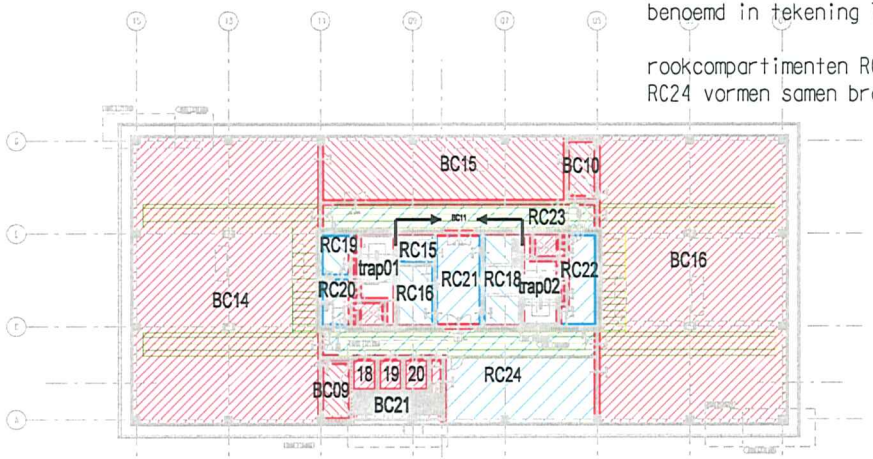
= vluchtroute

schachten in kern bouwdeel H zijn als brandcompartimenten uitgevoerd en benoemd in tekening 789L(--)61

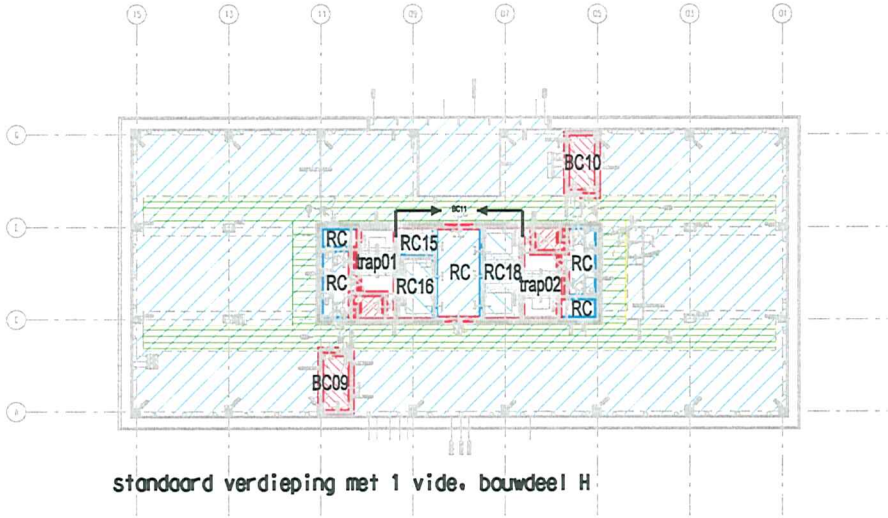
rookcompartimenten RC19, RC20, RC22, RC23, en RC24 vormen samen brandcompartiment BC17.



dwarsdoorsnede bouwdeel H



installatie verdieping, bouwdeel H



standaard verdieping met 1 vide, bouwdeel H

nieuwbouw kantoorgebouw Westraven Utrecht • werk

Rijksgebouwendienst Directie Projecten • opdrachtgever

rook- en brandcompartimenten bouwdeel H • tekening

1:400 • schaal

CSP • getekend

420x297 • formaat

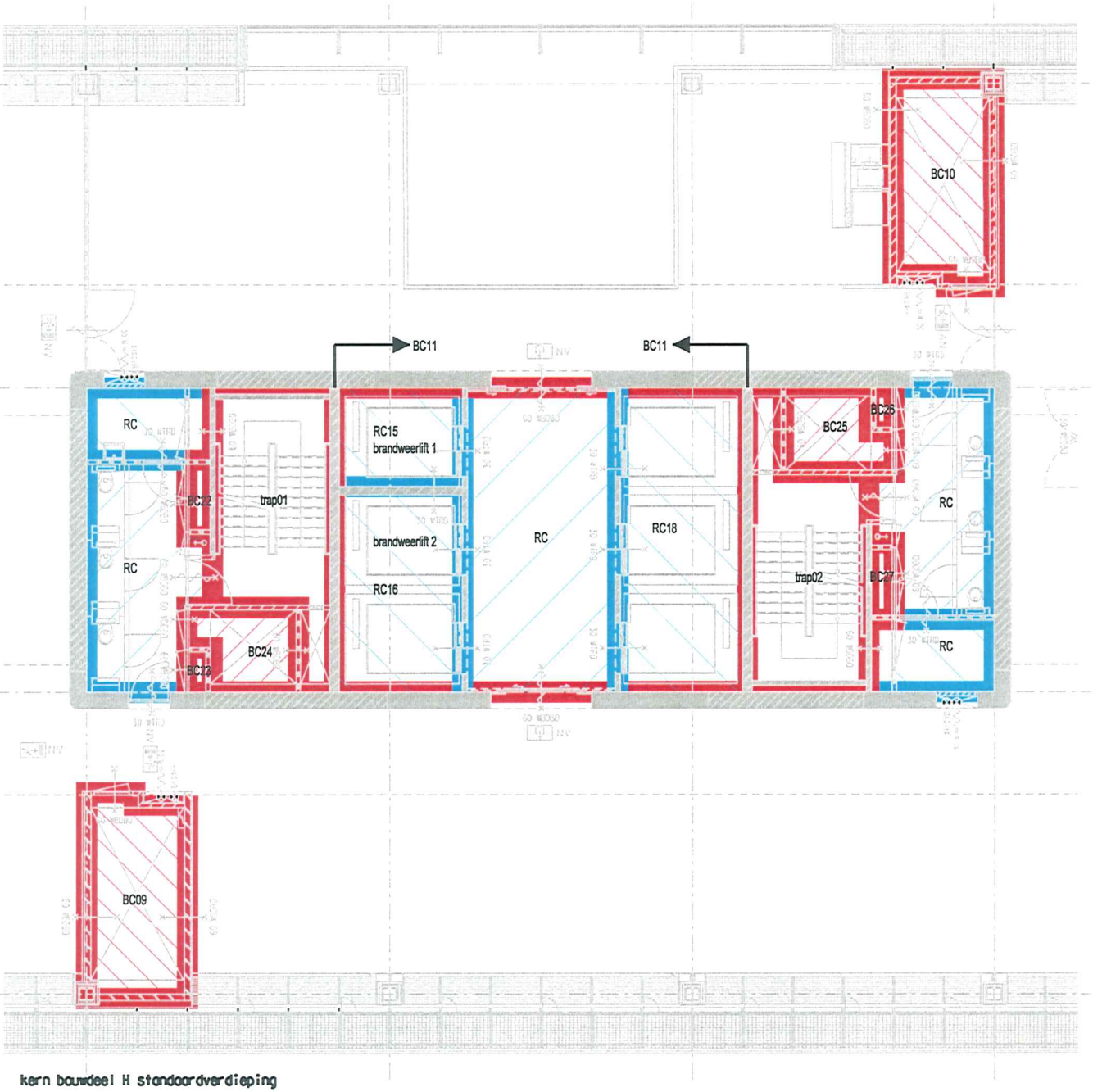
17 09 04 • datum

• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

789 L(--) 62



kern bouwdeel H standaardverdieping

= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)

= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

schachten in kern bouwdeel H zijn als brandcompartimenten uitgevoerd.

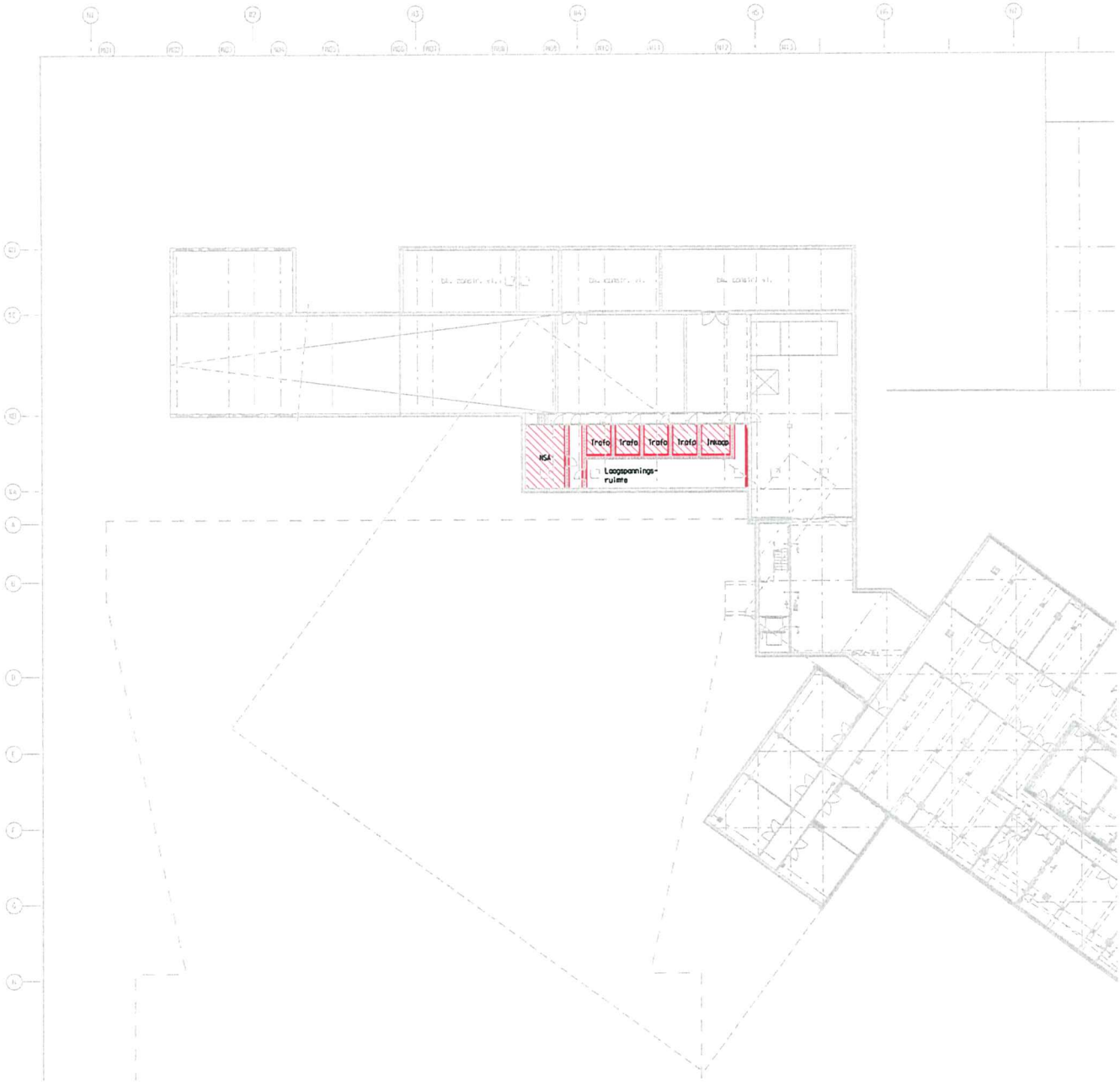
De liftdeuren hebben in de oude situatie een BW functie. In de nieuwe situatie wordt de doorgang naar de gangzone dichtgezet met een 60 min BW deur. Hierdoor vormen liftschachten incl. voorruimtes 1 brandcompartiment BC11. Brandweerlift en schachten 30RW gescheiden van de liftvoorruimte.

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 213098
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
kern bouwdeel H
1:100 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789
L(--)
63



= scheiding 30 minuten rookwerend (30 RW)
= scheiding 60 minuten brandwerend (60 BW)

= rookcompartiment (RC)

= brandcompartiment (BC)

De trafo's inkoopruimte en
NSA ruimte 60 min WBDBO
uitvoeren, overige technische
ruimtes worden gesprinklerd.

cepezed
phoenixstraat 60b | postbus 3068 | 2601 db delft | nl
tel +31 15 2150000 | fax +31 15 2130908
www.cepezed.nl | post@cepezed.nl

nieuwbouw kantoorgebouw • werk
Westraven Utrecht
Rijksgebouwendienst • opdrachtgever
Directie Projecten
rook- en brandcompartimenten • tekening
bouwdeel k
1:400 • schaal
CSP • getekend
420x297 • formaat
17 09 04 • datum
• gewijzigd

VROM Rijksgebouwendienst

789
L(--)
64

Bijlage 2

Bepaling temperatuursontwikkeling staalkolom bij brand

Rekenmodel Voltra

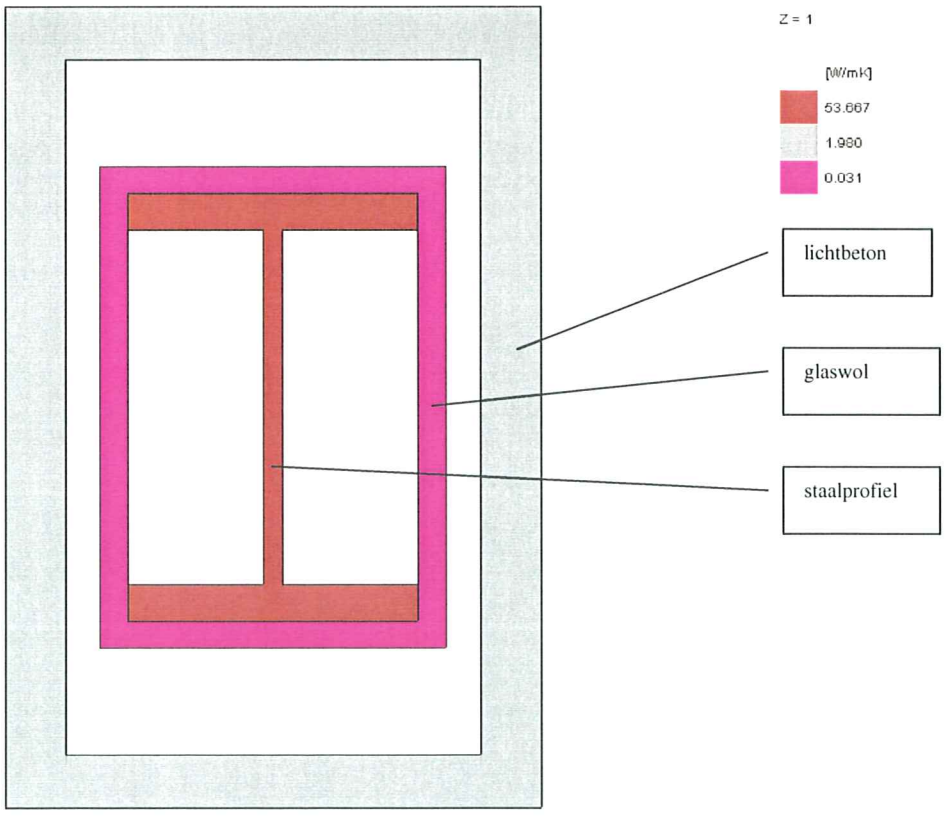
Materiaaleigenschappen:

- lichtbeton:
  - lambda = (20-1200 °C): $2-0.24\times(T_{beton}/120)+0.12\times(T_{beton}/120)^2$ in W/mK;
  - Cp= 840 J/kgK;
  - dichtheid = 1.725 kg/m^3;
- glaswol:
  - lambda variërend tussen 0.031 (20 °C) en 0.12 (400 °C) W/mK, hierna zal het glaswol smelten/bezwijken en is een lambda van 99 W/mK aangehouden;
  - Cp= variërend tussen 751 (20 °C) en 1060 (750 °C) J/kgK;
  - dichtheid= 20 kg/m^3;
- staal:
  - lambda = variërend conform Eurocode 3 ENV 1993-1-2:1995;
  - Cp= variërend conform Eurocode 3 ENV 1993-1-2:1995;;
  - dichtheid = 7.850 kg/m3;

Omgeving / randcondities:

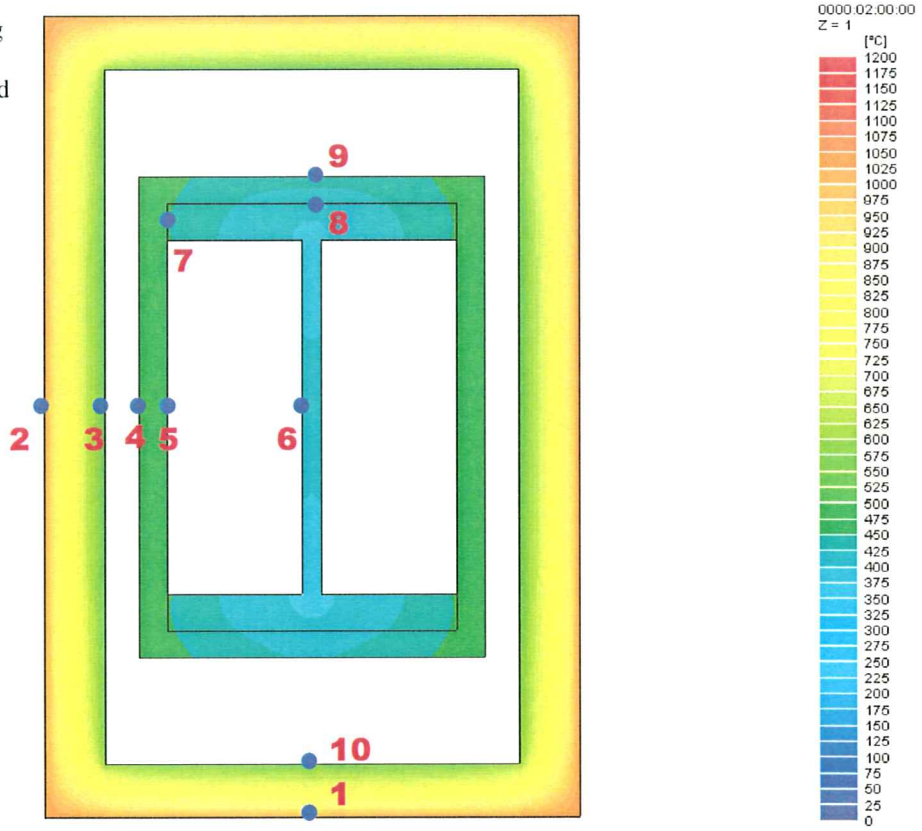
- Brand gemodelleerd als BC_SKY op basis van standaard brandcurve voor lucht- en stralingstemperatuur, convectieve overdracht 25 W/(m^{2}K), stralingsoverdracht berekend;
- luchtholtes in de constructie zijn gemodelleerd als ruimte met een onbekende temperatuur (BC_FREE), convectieve overdracht 35 W/(m^{2}K), stralingsoverdracht berekend;

Modelopbouw



Temperatuurverdeling
na 120 minuten
blootstelling aan brand

nummers geven
knopen weer voor de
temperatuursbepaling



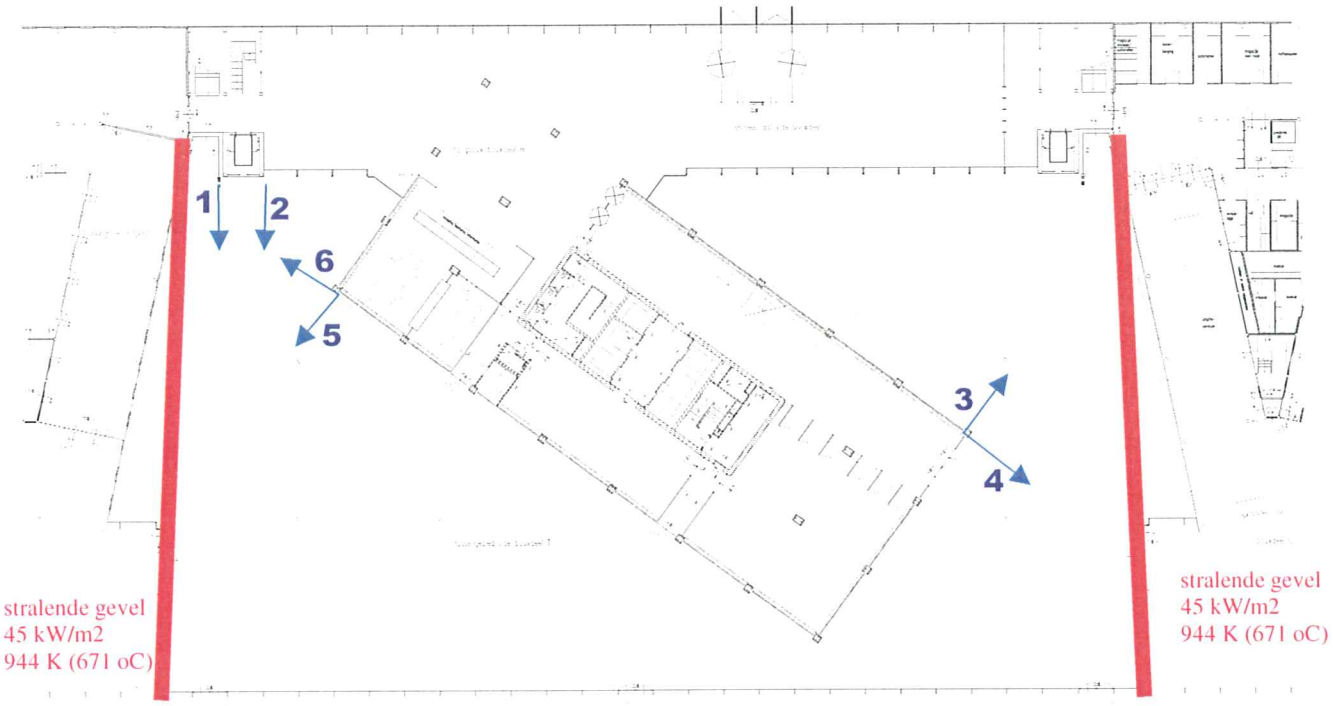
Berekende temperaturen in knooppunten												
Tijd		blok 1	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7	node 8	node 9	node 10
min	sec							staalprofiel				
0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
10	600	0	502	501	47	50	21	20	20	20	51	60
20	1200	0,03	692	691	160	162	26	21	21	21	170	187
30	1800	0,08	784	783	281	279	37	23	24	23	292	309
40	2400	0,14	844	842	385	380	52	28	29	27	395	410
50	3000	0,73	887	886	456	435	113	39	45	40	438	476
60	3600	0,99	920	919	492	451	180	71	81	69	460	513
70	4200	1,44	947	946	510	463	254	117	130	114	468	528
80	4800	1,59	968	969	533	487	290	164	180	163	490	549
90	5400	0,53	988	988	514	428	365	242	236	217	479	547
100	6000	0,2	1004	1004	524	449	444	317	292	276	495	557
110	6600	1,22	1019	1019	521	448	443	363	398	328	521	544
120	7200	3,66	1032	1033	531	469	467	404	452	404	425	538

Bijlage 3

Brandoverslag situatie 1 en 2

Brandoverslag situatie 1+2

bouwdeel B/C naar bouwdeel T/H



Situatie 1+2: bouwdeel B/C naar T/H
...\blokth.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte T_f = 944.00 [K]
De breedte van de vlam w_i = 47.50 [m]
Hoogte gevelopening h_i = 12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	3.50	-6.00	43.70	-92	0	14.118	-0.000	14.1
2	7.00	-6.00	43.70	-92	0	9.351	-0.000	9.4
3	13.20	-6.00	22.40	51	0	11.728	0.000	11.7
4	13.20	-6.00	22.40	-39	0	13.612	-0.000	13.6
5	12.50	-6.00	12.60	56	0	12.028	0.000	12.0
6	12.50	-6.00	12.60	-34	0	13.235	-0.000	13.2

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

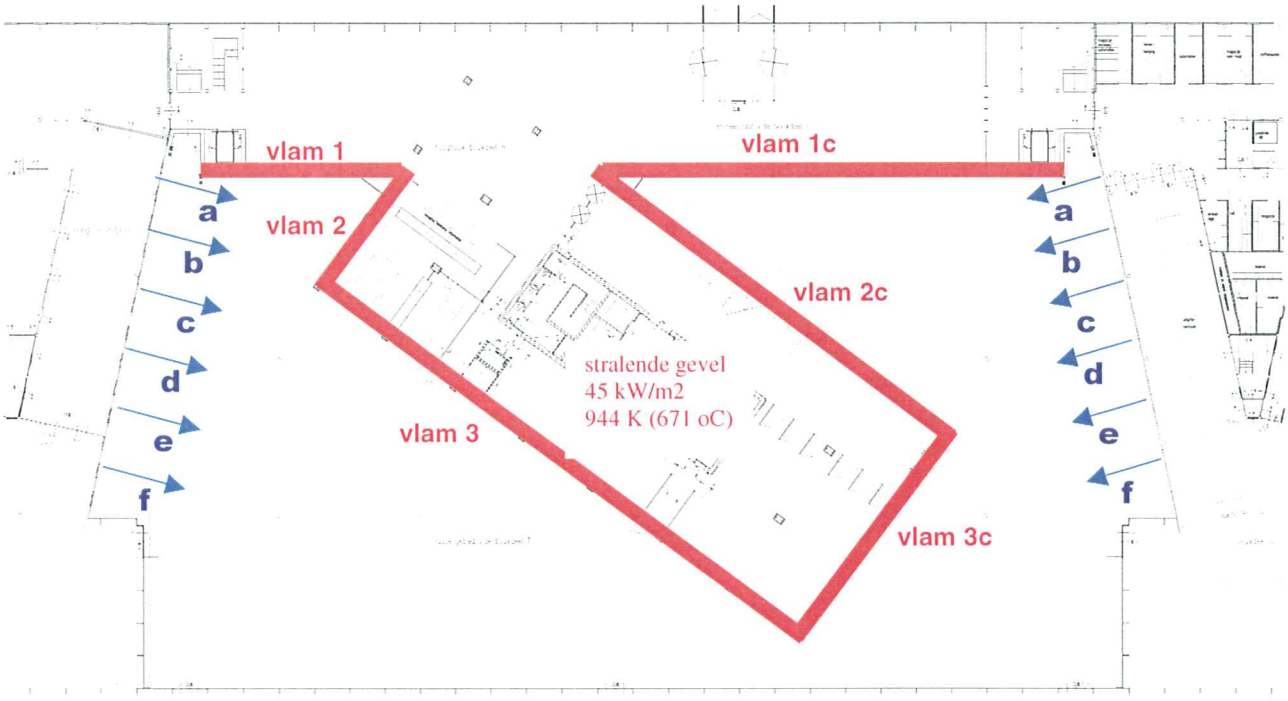
punt 1 [1] 10561 [2] 3557
punt 2 [1] 6513 [2] 2837
punt 3 [1] 7989 [2] 3738
punt 4 [1] 9280 [2] 4332
punt 5 [1] 8201 [2] 3827
punt 6 [1] 9060 [2] 4174

Bijlage 4

Brandoverslag situatie 3 en 4

Brandoverslag situatie 3+4

bouwdeel T/H naar bouwdeel B/C



naar bouwdeel B

vlam 1: wand entreestraat — b 16,5; h 12; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux		totale flux
a	0	-6	20	258	0	0	**a**	**6,0**
b	5	-6	21	258	0	5,8	**b**	**12,6**
c	10	-6	22	258	0	3,6	**c**	**10,4**
d	15	-6	23	258	0	2,1	**d**	**8,4**
e	20	-6	24	258	0	1,3	**e**	**6,8**
f	25	-6	25	258	0	0,8	**f**	**5,6**

vlam 2: wand receptie kort — b 12; h 12; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux
a	15,7	-6	0	25	0	6
b	13,8	-6	-4,4	25	0	5,2
c	11,9	-6	-8,8	25	0	3,4
d	10	-6	-13,2	25	0	1,8
e	8,1	-6	-17,6	25	0	0,8
f	6,2	-6	-22	25	0	0,4

vlam 3: lange gevel hoogbouw — b 51; h 12; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux
a	0	-6	66,7	-65	0	0
b	4,4	-6	64,8	-65	0	1,6
c	8,8	-6	62,9	-65	0	3,4
d	13,2	-6	61	-65	0	4,5
e	17,6	-6	59,1	-65	0	4,7
f	22	-6	57,2	-65	0	4,4

naar bouwdeel C

vlam 1 wand entreestraat — b 39; h 12; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux		totale flux
a	0	-6	-3,6	102	0	0	**a**	**5,5**
b	5	-6	-4,6	102	0	6,3	**b**	**12,2**
c	10	-6	-5,6	102	0	4,5	**c**	**10,9**
d	15	-6	-6,6	102	0	3,1	**d**	**9,9**
e	20	-6	-7,6	102	0	2,2	**e**	**8,8**
f	25	-6	-8,6	102	0	1,6	**f**	**7,6**

vlam 2 wand hoogbouw lang — b 37; h 12; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux
a	25,1	-6	34,3	-42	0	5,5
b	21,8	-6	38	-42	0	5,8
c	18,5	-6	41,7	-42	0	5,7
d	15,2	-6	45,4	-42	0	4,9
e	11,9	-6	49,1	-42	0	3,4
f	8,6	-6	52,8	-42	0	1,8

vlam 3 kopgevel hoogbouw — b 51; h 22,2; T 944

obs	x	y	z	hoek	helling	flux
a	-2,7	-6	-25,1	48	0	0
b	1	-6	-21,8	48	0	0,1
c	4,8	-6	-18,5	48	0	0,7
d	8,5	-6	-15,2	48	0	1,9
e	12,2	-6	-11,9	48	0	3,2
f	15,9	-6	-8,6	48	0	4,2

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam1.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte T_f = 944.00 [K]
De breedte van de vlam w_i = 16.50 [m]
Hoogte gevelopening h_i = 12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	0.00	-6.00	20.00	258	0	0.000	0.000	0.0
2	5.00	-6.00	21.00	258	0	5.791	0.000	5.8
3	10.00	-6.00	22.00	258	0	3.583	0.000	3.6
4	15.00	-6.00	23.00	258	0	2.120	0.000	2.1
5	20.00	-6.00	24.00	258	0	1.307	-0.000	1.3
6	25.00	-6.00	25.00	258	0	0.845	-0.000	0.8

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1
punt 2 [1] 4060 [2] 1731
punt 3 [1] 2443 [2] 1141
punt 4 [1] 1431 [2] 689
punt 5 [1] 879 [2] 429
punt 6 [1] 566 [2] 278

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam2.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte	T_f	=	944.00 [K]
De breedte van de vlam	w_i	=	12.00 [m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	12.00 [m]

Punt	Coordinaten			Observatiehoek		Warmtestralingsflux [kW/m2]		
Nr.	X [m]	Y [m]	Z [m]	[ø]	[ø]	flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	15.70	-6.00	0.00	25	0	5.993	0.000	6.0
2	13.80	-6.00	-4.40	25	0	5.182	0.000	5.2
3	11.90	-6.00	-8.80	25	0	3.370	0.000	3.4
4	10.00	-6.00	-13.20	25	0	1.755	0.000	1.8
5	8.10	-6.00	-17.60	25	0	0.811	0.000	0.8
6	6.20	-6.00	-22.00	25	0	0.353	-0.000	0.4

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1	[1]	4068	[2]	1925
punt 2	[1]	3519	[2]	1663
punt 3	[1]	2284	[2]	1086
punt 4	[1]	1185	[2]	569
punt 5	[1]	546	[2]	265
punt 6	[1]	237	[2]	116

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam3.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte	T_f	=	944.00 [K]
De breedte van de vlam	w_i	=	51.00 [m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	0.00	-6.00	66.70	-65	0	0.000	0.000	0.0
2	4.40	-6.00	64.80	-65	0	1.616	0.000	1.6
3	8.80	-6.00	62.90	-65	0	3.413	0.000	3.4
4	13.20	-6.00	61.00	-65	0	4.471	-0.000	4.5
5	17.60	-6.00	59.10	-65	0	4.658	-0.000	4.7
6	22.00	-6.00	57.20	-65	0	4.360	-0.000	4.4

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt	1				
punt	2	[1]	1091	[2]	525
punt	3	[1]	2304	[2]	1109
punt	4	[1]	3012	[2]	1459
punt	5	[1]	3131	[2]	1528
punt	6	[1]	2925	[2]	1435

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam1c.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte T_f = 944.00 [K]
De breedte van de vlam w_i = 39.00 [m]
Hoogte gevelopening h_i = 12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	0.00	-6.00	-3.60	102	0	0.000	0.000	0.0
2	5.00	-6.00	-4.60	102	0	6.333	0.000	6.3
3	10.00	-6.00	-5.60	102	0	4.492	-0.000	4.5
4	15.00	-6.00	-6.60	102	0	3.096	-0.000	3.1
5	20.00	-6.00	-7.60	102	0	2.213	0.000	2.2
6	25.00	-6.00	-8.60	102	0	1.634	0.000	1.6

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1
punt 2 [1] 4418 [2] 1915
punt 3 [1] 3051 [2] 1441
punt 4 [1] 2085 [2] 1011
punt 5 [1] 1485 [2] 728
punt 6 [1] 1094 [2] 540

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam2c.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte	T_f	=	944.00 [K]
De breedte van de vlam	w_i	=	37.00 [m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	25.10	-6.00	34.30	-42	0	5.453	-0.000	5.5
2	21.80	-6.00	38.00	-42	0	5.845	-0.000	5.8
3	18.50	-6.00	41.70	-42	0	5.745	0.000	5.7
4	15.20	-6.00	45.40	-42	0	4.893	-0.000	4.9
5	11.90	-6.00	49.10	-42	0	3.388	0.000	3.4
6	8.60	-6.00	52.80	-42	0	1.842	-0.000	1.8

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1	[1]	3659	[2]	1794
punt 2	[1]	3928	[2]	1917
punt 3	[1]	3866	[2]	1879
punt 4	[1]	3296	[2]	1597
punt 5	[1]	2282	[2]	1105
punt 6	[1]	1240	[2]	603

Situatie 3+4: bouwdeel T/H naar B/C
...\vlam3c.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Zonder vlam

Temperatuur brandruimte	T_f	=	944.00 [K]
De breedte van de vlam	w_i	=	22.20 [m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	12.00 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	-2.70	-6.00	-25.10	48	0	0.000	0.000	0.0
2	1.00	-6.00	-21.80	48	0	0.101	-0.000	0.1
3	4.80	-6.00	-18.50	48	0	0.744	0.000	0.7
4	8.50	-6.00	-15.20	48	0	1.852	-0.000	1.9
5	12.20	-6.00	-11.90	48	0	3.207	-0.000	3.2
6	15.90	-6.00	-8.60	48	0	4.189	0.000	4.2

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt	1				
punt	2	[1]	68	[2]	33
punt	3	[1]	500	[2]	244
punt	4	[1]	1247	[2]	604
punt	5	[1]	2162	[2]	1045
punt	6	[1]	2822	[2]	1367

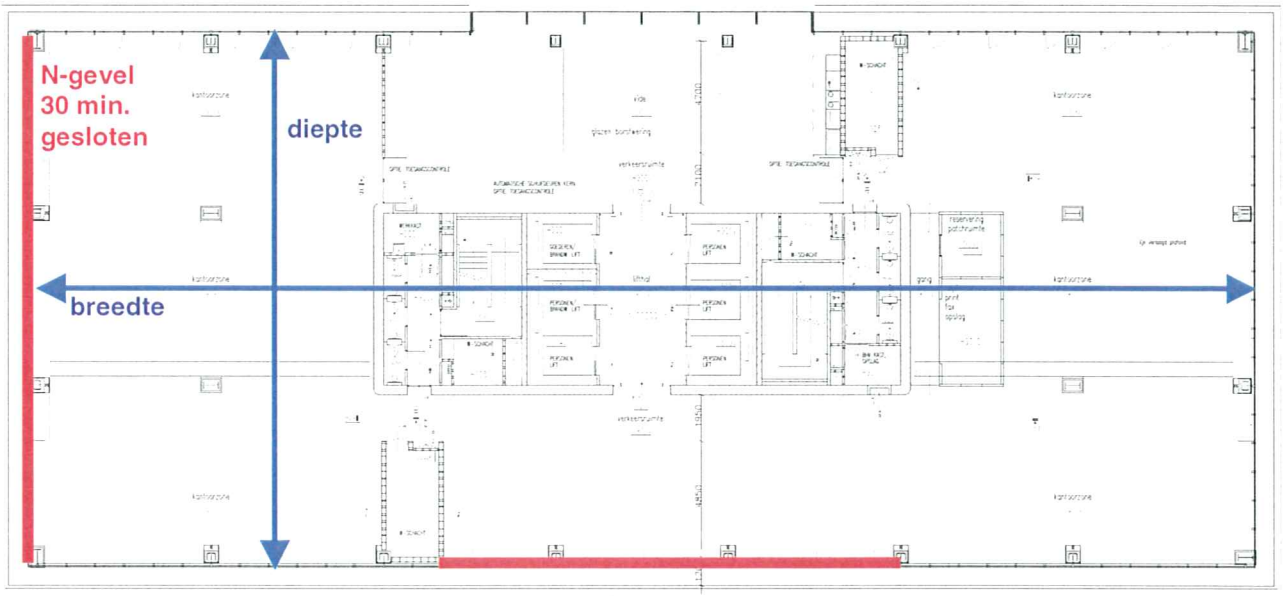
Bijlage 5

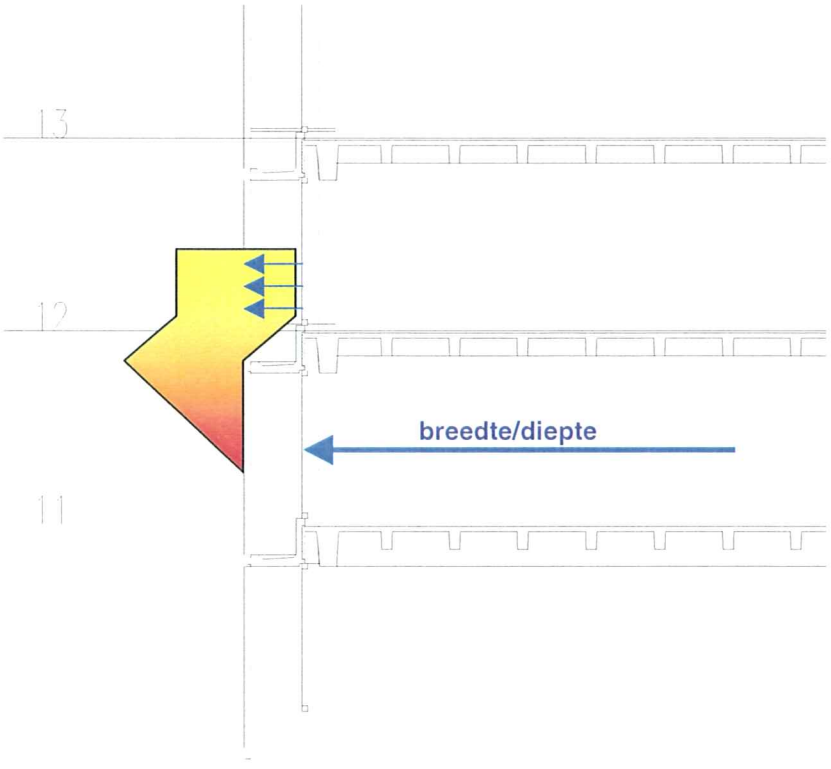
Brandoverslag situatie 5

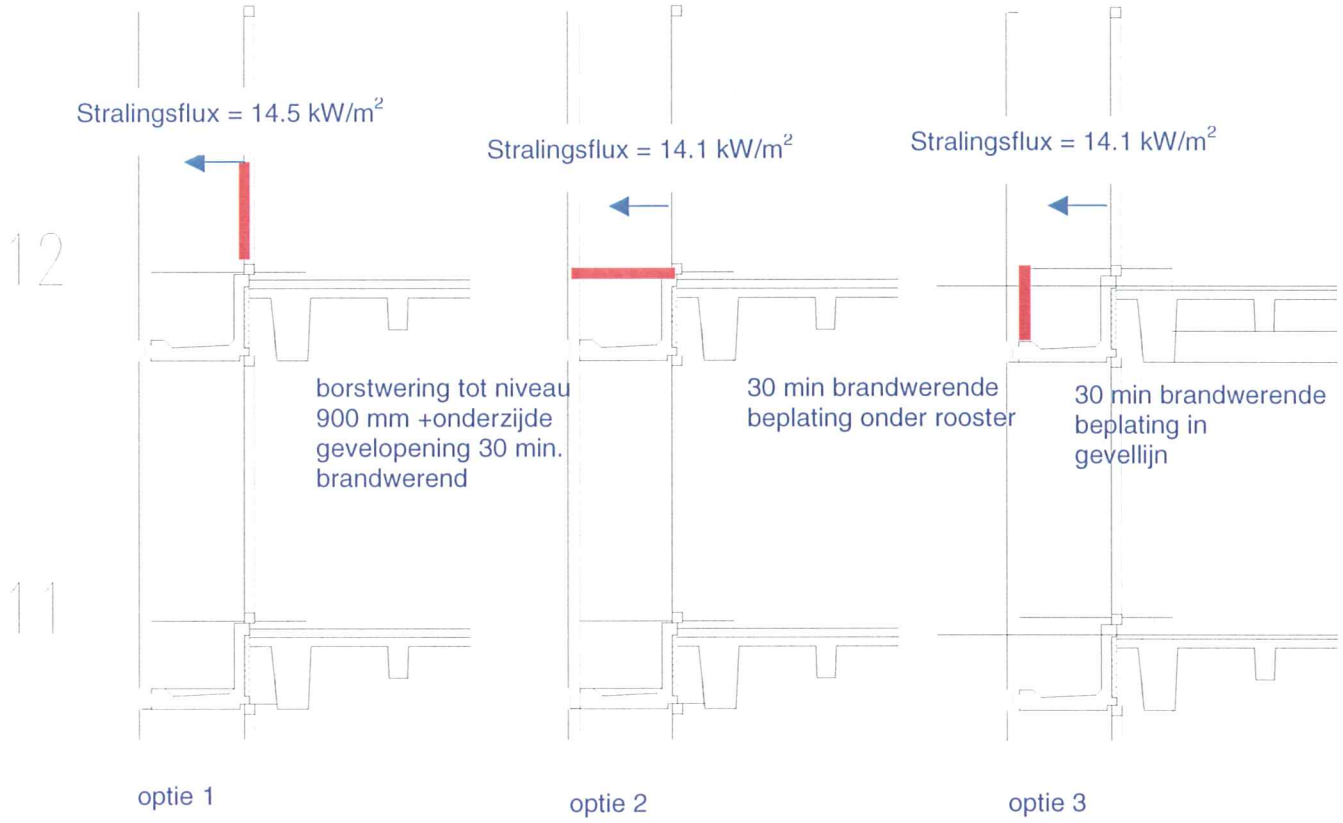
Brandoverslag situatie 5

overslag tussen bouwlaag 11 en bouwlaag 12 bouwdeel H

Brandruimte: bouwlaag 11, conform onderstaande modellering, de diepte en breedte van de brandruimte zijn gemeten tot het glasvlak. In verband met de zuurstoftoevoer naar de brandruimte is gekozen voor een vlammodellering waarbij de vlam ontstaat aan de tuitenzijde van het balkon. Dit is een conservatieve benadering.
De noordgevel is gesloten verondersteld (5-30 minuten brandwerend), dit levert de maatgevende situatie op.







De maatregelen die getroffen dienen te worden zijn:

- westgevel 10e verdieping tussen as 5 en 11 ban binnen naar buiten 30 minuten brandwerend;
- afdichting spouw ter plekke van balkon tussen 11e en 12e bouwlaag aan de noordzijde;
- oplossing zoals hierboven aangegeven conform optie 1, 2 of 3 ter plekke van de westgevel (as 01-05 en 11-15), zuidgevel en oostgevel (beide geheel).

Modellering compartimentsbrand volgens NEN 6068 bijlage A en B
Bijzonder balkon, type 2

naam brandcompartiment:		10e verdieping	
nummer brandcompartiment:		-	
Situatie		overslag 10e verdieping naar 11e verdieping bij falende sprinklerinstallatie; noord+west 5-11 B30	
Gegevens brandruimte			
diepte v/d brandruimte	D =	22,40	m
breedte v/d brandruimte	W =	51,20	m
hoogte van de brandruimte	H =	3,20	m
referentie vuurbelasting	Vref =	60,00	kg vurehout/m2
gereduceerde breedte v/d brandruimte	W(r) =	12,03	m
Mag gereduceerde breedte worden gebruikt?		n	j/n
referentiebreedte	W(r) =	51,20	m

Gegevens gevelopeningen		vliesgevel vide	standaard' opening	opening 3	opening 4
		opening 1	opening 2	opening 3	opening 4
openingsbreedte v/d gevelopening	w(i) =	14,40 m	76,70 m	0,00 m	0,00 m
openingshoogte v/d gevelopening	h(i) =	2,70 m	1,90 m	0,00 m	0,00 m
aantal openingen	n =	1,00 st	1,00 st	0,00 st	0,00 st
oppervlakte gevelopeningen	A(i) =	38,88 m2	145,73 m2	0,00 m2	0,00 m2
grootte overstek of negge	b-b =	0,84 m	0,77 m	0,00 m	0,00 m
hoogte gevelscherm	t =	0,00 m	0,05 m	0,00 m	0,00 m
LET op: t mag niet groter zijn dan b_b!					
		alle ramen			
hoogte gevelopeningen (oppervlakte gewogen)	h =	2,07 m			
referentiebreedte van de gevelopeningen	w =	91,10 m			
*als h(i) >1 ,25 * w(i), dan d(i) invullen*		d(i) is niet relevant	d(i) is niet relevant	d(i) is niet relevant	d(i) is niet relevant
*vlam is aff iggend als d(i) ≥ 4 *w(i)*	d(i) ≥	57,60 m	306,80 m	0,00 m	0,00 m
horizontale afstand tussen de gevelopeningen	d(i) =	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m
		=>vlam mogelijk aanliggend	=>vlam mogelijk aanliggend	=> vlam mogelijk afliggend	=> vlam mogelijk afliggend

Berekening maatgevende gastemperatuur				
gereduceerde vloeroppervlakte v/d brandruimte	A(F) =	1146,88 m2	A(w)/A(F) =	16,10%
referentieoppervlakte van de gevelopeningen	A(w) =	184,61 m2		
referentie-wandoppervlakte v/d brandruimte	A(T) =	2580,19 m2	A(w)/A(T) =	7,15%
hoeveelheid brandbaar materiaal	L =	68813 kg vurehout	=>	1.307.443 MJ
	η =	9,72 1/m^0.5		
	ψ =	49,85 kg vurehout/m2		
begintemperatuur (= 20 degC)	T(a) =	293,00 K		
maatgevenmde gastemperatuur	T(f) =	1390,46 K		

Modellering van de vlammen buiten een ruimte							
	R =	28,67	kg/s	of	R =	21,33	kg/s
maatgevende afbrandsnelheid = laagste R	R =	21,33	kg/s				
α	α =	0	graden	(0 is verticaal, 90 is horizontaal)			

		opening 1	opening 2	opening 3	opening 4
vlamhoogte van de gevelopening	z(i) =	2,16 m	2,96 m	0,00 m	0,00 m
breedte v/d vlam	w(v;i) =	14,40 m	76,70 m	0,00 m	0,00 m
loopt gevel over min. 1 bouwlaag door boven gevelopening?		j j/n	j j/n	j j/n	j j/n
loodrechte projectie v/d vlam	p(v;i) =	1,80 m	1,27 m	0,00 m	0,00 m
vlamlengte	X(i) =	3,44 m	3,86 m	0,00 m	0,00 m
temperatuur t.p.v. gevelopening	T(o;i) =	1154,13 K	1229,78 K	813,00 K	813,00 K

Invoergegevens berekening brandoverslag

gereduceerde breedte?	Nee				
		opening 1	opening 2	opening 3	opening 4
type vlam		aanliggende vlam	aanliggende vlam	aanliggende vlam	aanliggende vlam
maatgevende gastemperatuur	T(f) =	1390 K	1390 K	n.v.t. K	n.v.t. K
temperatuur v/d gevelopening	T(o;i) =	1154 K	1230 K	n.v.t. K	n.v.t. K
vlamhoogte	z(i) =	2,16 m	2,96 m	0,00 m	0,00 m
invoergegevens BO-programma (vlamtype 3)					
maatgevende gastemperatuur	T(f) =	1390 K	1390 K	n.v.t. K	n.v.t. K
aangepaste temperatuur v/d gevelopening	T(o;i)* =	1238 K	1315 K	#DEEL/0! K	#DEEL/0! K
aangepaste vlamhoogte	z(i)* =	3,00 m	3,75 m	0,00 m	0,00 m
breedte v/d vlam	w(v;i) =	14,40 m	76,70 m	0,00 m	0,00 m
hoogte gevelopening	h(i) =	2,70 m	1,90 m	0,00 m	0,00 m

H:\B\02\0015.15\brandoverslag\200104\10eh19.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Vlam met balkon

Temperatuur brandruimte	T_f	=	1390.00	[K]
Temperatuur gevelopening	T_0_i	=	1315.00	[K]
Hoogte t.o.v. bovenkant raam	z_i	=	3.75	[m]
De breedte van de vlam	w_i	=	13.20	[m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	1.90	[m]
Gevelscherm	t	=	0.05	[m]
BreedteBalkon	b_b	=	0.77	[m]
Dikte balkonplaat	d_b	=	0.20	[m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	-0.10	1.00	6.60	180	0	0.000	20.298	20.3
2	-0.10	1.10	6.60	180	0	0.000	19.876	19.9
3	-0.10	1.20	6.60	180	0	0.000	19.802	19.8
4	-0.10	1.30	6.60	180	0	0.000	19.311	19.3
5	-0.10	1.40	6.60	180	0	0.000	18.688	18.7
6	-0.10	1.50	6.60	180	0	0.000	17.992	18.0
7	-0.10	1.60	6.60	180	0	0.000	17.130	17.1
8	-0.10	1.70	6.60	180	0	0.000	16.324	16.3
9	-0.10	1.80	6.60	180	0	0.000	15.446	15.4
10	-0.10	1.90	6.60	180	0	0.000	14.567	14.6
11	-0.10	2.00	6.60	180	0	0.000	13.633	13.6

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1 [19] 11137 [23] 9161
punt 2 [19] 1114 [23] 18762
punt 3 [23] 19802
punt 4 [23] 19311
punt 5 [23] 18688
punt 6 [23] 17992
punt 7 [23] 17130
punt 8 [23] 16324
punt 9 [23] 15446
punt 10 [23] 14567
punt 11 [23] 13633

H:\B\02\0015.15\brandoverslag\200104\10eh19x.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Vlam met balkon

Temperatuur brandruimte	T_f	=	1390.00 [K]
Temperatuur gevelopening	T_0_i	=	1315.00 [K]
Hoogte t.o.v. bovenkant raam	z_i	=	3.75 [m]
De breedte van de vlam	w_i	=	13.20 [m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	1.90 [m]
Gevelscherm	t	=	0.05 [m]
BreedteBalkon	b_b	=	0.77 [m]
Dikte balkonplaat	d_b	=	0.90 [m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	-0.10	1.00	6.60	180	0	0.000	9.703	9.7
2	-0.10	1.10	6.60	180	0	0.000	10.785	10.8
3	-0.10	1.20	6.60	180	0	0.000	11.769	11.8
4	-0.10	1.30	6.60	180	0	0.000	12.663	12.7
5	-0.10	1.40	6.60	180	0	0.000	13.353	13.4
6	-0.10	1.50	6.60	180	0	0.000	13.886	13.9
7	-0.10	1.60	6.60	180	0	0.000	14.127	14.1
8	-0.10	1.70	6.60	180	0	0.000	14.098	14.1
9	-0.10	1.80	6.60	180	0	0.000	13.527	13.5
10	-0.10	1.90	6.60	180	0	0.000	13.179	13.2
11	-0.10	2.00	6.60	180	0	0.000	12.785	12.8

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt 1	[19]	9672	[23]	31
punt 2	[19]	10741	[23]	45
punt 3	[19]	11702	[23]	68
punt 4	[19]	12552	[23]	111
punt 5	[19]	13151	[23]	202
punt 6	[19]	13446	[23]	440
punt 7	[19]	12804	[23]	1324
punt 8	[19]	8479	[23]	5619
punt 9	[19]	946	[23]	12582
punt 10	[23]	13179		
punt 11	[23]	12785		

H:\B\02\0015.15\brandoverslag\200104\10evlies.res

BO (V3.beta4) uitkomsten brandoverslag (c) dgmr

Vlam met balkon

Temperatuur brandruimte	T_f	=	1390.00	[K]
Temperatuur gevelopening	T_0_i	=	1238.00	[K]
Hoogte t.o.v. bovenkant raam	z_i	=	3.00	[m]
De breedte van de vlam	w_i	=	14.40	[m]
Hoogte gevelopening	h_i	=	2.70	[m]
Gevelscherm	t	=	0.00	[m]
BreedteBalkon	b_b	=	0.84	[m]
Dikte balkonplaat	d_b	=	0.15	[m]

Punt Nr.	Coordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Observatiehoek [ø]	[ø]	Warmtestralingsflux [kW/m2] flux[r]	flux[v]	flux[totaal]
1	-0.10	0.70	6.60	180	0	0.000	14.460	14.5
2	-0.10	0.80	6.60	180	0	0.000	14.627	14.6
3	-0.10	0.90	6.60	180	0	0.000	14.516	14.5
4	-0.10	1.00	6.60	180	0	0.000	14.112	14.1
5	-0.10	1.10	6.60	180	0	0.000	13.363	13.4
6	-0.10	1.20	6.60	180	0	0.000	12.968	13.0
7	-0.10	1.30	6.60	180	0	0.000	12.429	12.4
8	-0.10	1.40	6.60	180	0	0.000	11.606	11.6
9	-0.10	1.50	6.60	180	0	0.000	10.672	10.7
10	-0.10	1.60	6.60	180	0	0.000	9.603	9.6
11	-0.10	1.70	6.60	180	0	0.000	8.425	8.4
12	-0.10	1.80	6.60	180	0	0.000	7.189	7.2
13	-0.10	1.90	6.60	180	0	0.000	6.107	6.1
14	-0.10	2.00	6.60	180	0	0.000	5.443	5.4

warmtestralingsflux per vlak in W/m2, vlaknummer is aangegeven door [#]

punt	1	[19]	14270	[23]	190
punt	2	[19]	14177	[23]	451
punt	3	[19]	12928	[23]	1588
punt	4	[19]	6422	[23]	7690
punt	5	[23]	13363		
punt	6	[23]	12968		
punt	7	[23]	12429		
punt	8	[23]	11606		
punt	9	[23]	10672		
punt	10	[23]	9603		
punt	11	[23]	8425		
punt	12	[23]	7189		
punt	13	[23]	2377	[26]	3730

Bijlage 6

Rookberekeningen bouwdeel T

vultijdenmodel voor grote brandcompartimenten

gebaseerd op rapport 96-CVB-R0330(1) van okt. 1996 en NEN 6093, okt. 1995

model:	brand in bouwdeel C over twee bouwlagen (2e+3e)
submodel:	
scenario:	

Invoerparameters

brand en ruimte gegevens

tijdstap berekening	0,5	sec	normaal 0.1 sec / 1 sec.	
brandschema:	w	'w' of 'k'	winkel of kantoor	
t_c	300	s	tijdconstante van de brandontwikkeling	(slow = 600s, medium=300s, fast=150s, ultrafast=75s) (winkel=150s, kantoor = 300s)
k_{ref}	300.000	W/m2	vermogensdichtheid van de brand	(kantoor 300.000, winkel 500.000)
sprinklers aanwezig?	n	'j' of 'n'	ja of nee	
Q_{max}	0	W	(alleen relevant bij sprinklers!)	
$A_{aangrenzende\ ruimte}$	1008	m2	oppervlakte aangrenzende ruimte	
$V_{aangrenzende\ ruimte}$	2721,6	m^3	volume aangrenzende ruimte	
A_g	106,92	m^2	oppervlak alle openingen brandcompartiment (BC)	
$A_{bi;g}$	106,92	m^2	totaal oppervlak openingen tussen BC en RWA-ruimte	
h_g	2,7	m	oppervlak gewogen hoogteverschil tussen gevelopeningen BC	
$h_{bi;g}$	2,7	m	oppervlak gewogen gem. hoogte gevelopening BC/RWA-ruimte	
$w_{bi;g}$	60	m	grootste breedte openingen tussen BC en RWA-ruimte	
$y_{g(bi)}$	2,7	m	oppervlak gewogen gem. stijghoogte tot bovenzijde gevelopening	
overstek boven opening	n	'j' of 'n'	ja of nee	
Δy	0	m	stijghoogte bovenzijde opening onderzijde balkon	
d_b	0	m	diepte van balkon of overstek	
$H_{rookvrij;min}$	1	m	minimale rookvrije hoogte in RWA-ruimte of hal	
$h_{g;uplet}$	0	m	hoogte onder gevelopening onder scheiding BC/RWA (borstwering)	
γ	78	36/78	als plafondbrandruimte >0.25m vanaf bovenkant $h_{bi;g}$ γ = 36 anders γ = 78.	
z_{hal}	7	m	vrije halhoogte	
Opp_{hal}	1.150	m^2	oppervlakte van de hal	
V_{hal}	8.050	m^3	volume van de hal (oppervlak*vrije hoogte)	

RWA of natuurlijke ventilatie openingen worden geopend of gestart vanaf moment van detectie

Openingstijd:	1	sec		NEN6093: 60 sec na detectie RWA 100% open

natuurlijke RWA of ventilatie openingen

A_u	1150	m^2	oppervlakte afvoeroppeningen (dagmaat)	
C_u	0,45		contractiefactor afvoeropening	ligt meestal tussen 0.6 en 0.9
A_i	330	m^2	oppervlakte toevoeroppeningen (dagmaat)	
C_i	0,45		contractiefactor toevoeropening	NEN6093: C_i = 0.8

mechanisch RWA

V_{afz}	0	m^3/s	volumedebiet RWA-ventilatoren

natuurlijke thermische trek via ventilatieopeningen in gevel en dak

detectie	j	ja/nee	autodetectie in aangrenzende brandruimte??
detectietijdstip	1	sec	na ontstaan brand (uitgangspunt model)
delta h toevoer/afvoer	5	m	hoogteverschil in m tussen gemiddelde hoogte afvoer en gem. Hoogte toevoer

Constanten

T_{omg}	293	K	temperatuur omgeving (buitenlucht)
RP	100	$m^{-1}kg^{-1}m^3$	rookpotentieel brandbare materialen (houtachtig)
E_{mat}	17	MJ/kg	verbrandingswarmte brandstof (houtachtig)
detectie hoogte	1,7	m	hoogte waarop RD i.v.m. ruiken wordt berekend
C_p	1000	J/kg.K	soortelijke warmte van lucht

Wand en dak gegevens

bepaling b-factoren

	dak	wand1	wand2	wand3	wand4	
materiaal						
Opp/lengte	1150	70	70			m^2 / m
λ	0,17	0,17	0,8			W/mK
ρ	1,2	1,2	2500			kg/m^3
C_p	1470	1470	840			J/kgK
b-factor	17	17	1296	0	0	$J/m^2s^{0.5}K$

scenario: gevelopening naar grote hal open (A) of breken als gevolg van brand (B)

Tbreuk:	70	°C	
t_{breuk}	419	sec	
t_{breuk}	419	sec	vorige cel (B) of 0 (A) beide scenario's

TOETSCRITERIA en TOETSING

HOMOGENE ROOKOPMENGING	bepaald		EIS	
Trook 60 minuten:	-	oC	< 30 oC	n.v.t.
Zichtlengte in ruimte:	-	m	> 30 m	n.v.t.

STRATIFICATIE (GELAAGDE ROOKOPMENINGING)				
Trook 60 minuten:	187,5	oC	< 200 oC	OK
Rookvrije hoogte 60 minuten:	8,0	m *	> 3 m	OK
Zichtlengte in de rooklaag:	3,3	m	> 30 m **	n.v.t.

: alleen van toepassing als rookvrije hoogte onvoldoende is.

dgmr

Rijkswaterstaat Westraven

K.00.0135
Bijlage*

vultijdenmodel voor grote brandcompartimenten

gebaseerd op rapport 96-CVB-R0330(1) van okt. 1996 en NEN 6093, okt. 1995

model:	gesprinklerde brand op begane grond bouwdeel C
submodel:	
scenario:	brand op begane grond

Invoerparameters

brand en ruimte gegevens

tijdstap berekening	2	sec	normaal 0.1 sec / 1 sec.	
brandschema:	w	'w' of 'k'	winkel of kantoor	
t_c	300	s	tijdconstante van de brandontwikkeling	(slow = 600s, medium=300s, fast=150s, ultrafast=75s) (winkel=150s, kantoor = 300s)
k_{ref}	300.000	W/m2	vermogensdichtheid van de brand	(kantoor 300.000, winkel 500.000)
sprinklers aanwezig?	j	'j' of 'n'	ja of nee	
Q_{max}	1350000	W	(alleen relevant bij sprinklers!)	
$A_{aangrenzende\ ruimte}$	38,88	m2	oppervlakte aangrenzende ruimte	
$V_{aangrenzende\ ruimte}$	104,976	m^3	volume aangrenzende ruimte	
A_g	6,48	m^2	oppervlak alle openingen brandcompartiment (BC)	
$A_{bi;g}$	6,48	m^2	totaal oppervlak openingen tussen BC en RWA-ruimte	
h_g	2,7	m	oppervlak gewogen hoogteverschil tussen gevelopeningen BC	
$h_{bi;g}$	2,7	m	oppervlak gewogen gem. hoogte gevelopening BC/RWA-ruimte	
$w_{bi;g}$	3,6	m	grootste breedte openingen tussen BC en RWA-ruimte	
$y_{g(bi)}$	2,7	m	oppervlak gewogen gem. stijghoogte tot bovenzijde gevelopening	
overstek boven opening	n	'j' of 'n'	ja of nee	
Δy	0	m	stijghoogte bovenzijde opening onderzijde balkon	
d_b	0	m	diepte van balkon of overstek	
$H_{rookvrij;\ min}$	3	m	minimale rookvrije hoogte in RWA-ruimte of hal	
$h_{g,upst}$	0	m	hoogte onder gevelopening onder scheiding BC/RWA (borstwering)	
γ	78	36 / 78	als plafondbrandruimte >0.25m vanaf bovenkant $h_{bi;g}$ γ = 36 anders γ = 78	
z_{hal}	12	m	vrije halhoogte	
Opp_{hal}	1.500	m^2	oppervlakte van de hal	
V_{hal}	18.000	m^3	volume van de hal (oppervlak*vrije hoogte)	

RWA of natuurlijke ventilatie openingen worden geopend of gestart vanaf moment van detectie

Openingstijd:	1	sec		NEN6093: 60 sec na detectie RWA 100% open
natuurlijke RWA of ventilatie openingen				
A_u	1150	m^2	oppervlakte afvoeropeningen (dagmaat)	
C_u	0,45		contractiefactor afvoeropening	ligt meestal tussen 0.6 en 0.9
A_i	330	m^2	oppervlakte toevoeropeningen (dagmaat)	
C_i	0,45		contractiefactor toevoeropening	NEN6093: C_i = 0.8
mechanisch RWA				
V_{afz}	0	m^3/s	volumedebiet RWA-ventilatoren	

natuurlijke thermische trek via ventilatieopeningen in gevel en dak

detectie	j	ja/nee	autodetectie in aangrenzende brandruimte??
detectietijdstip	1	sec	na ontstaan brand (uitgangspunt model)
delta h toevoer/afvoer	5	m	hoogteverschil in m tussen gemiddelde hoogte afvoer en gem. Hoogte toevoer

Constanten

T_{omg}	293	K	temperatuur omgeving (buitenlucht)
RP	100	$m^{-1}kg^{-1}m^3$	rookpotentieel brandbare materialen (houtachtig)
E_{mat}	17	MJ/kg	verbrandingswarmte brandstof (houtachtig)
detectie hoogte	1,7	m	hoogte waarop RD i.v.m. ruiken wordt berekend
C_p	1000	J/kg.K	soortelijke warmte van lucht

Wand en dak gegevens

bepaling b-factoren

	dak	wand1	wand2	wand3	wand4	
materiaal	gaas	gaas	glas			
Opp/lengte	1500	70	70			m^2 / m
λ	0,17	0,17	0,8			W/mK
ρ	1,2	1,2	2500			kg/m^3
C_p	1470	1470	840			J/kgK
b-factor	17	17	1296	0	0	$J/m^2s^{0.5}K$

scenario: gevelopening naar grote hal open (A) of breken als gevolg van brand (B)

Tbreuk:	70	°C	
t_{breuk}	142	sec	
t_{breuk}	145	sec	vorige cel (B) of 0 (A) beide scenario's

TOETSCRITERIA en TOETSING

HOMOGENE ROOKOPMENGING	**bepaald**		**EIS**	
Trook 60 minuten:	28,1	oC	< 30 oC	OK
Zichtlengte in ruimte:	45,0	m	> 30 m	OK
STRATIFICATIE (GELAAGDE ROOKOPMENINGING)				
Trook 60 minuten:	30,4	oC	< 200 oC	OK
Rookvrije hoogte 60 minuten:	11,2	m	> 3 m	OK
Zichtlengte in de rooklaag:	34,5	m	> 30 m **	n.v.t.

: alleen van toepassing als rookvrije hoogte onvoldoende is.

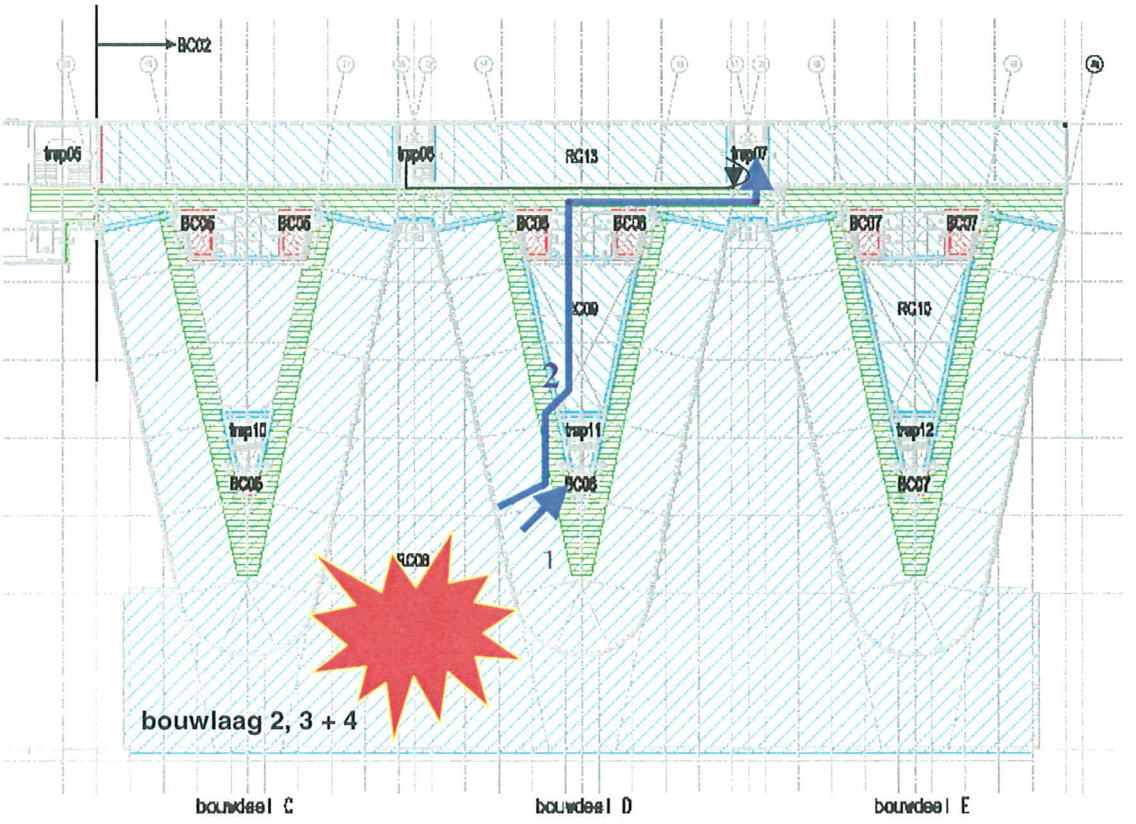
LET OP:

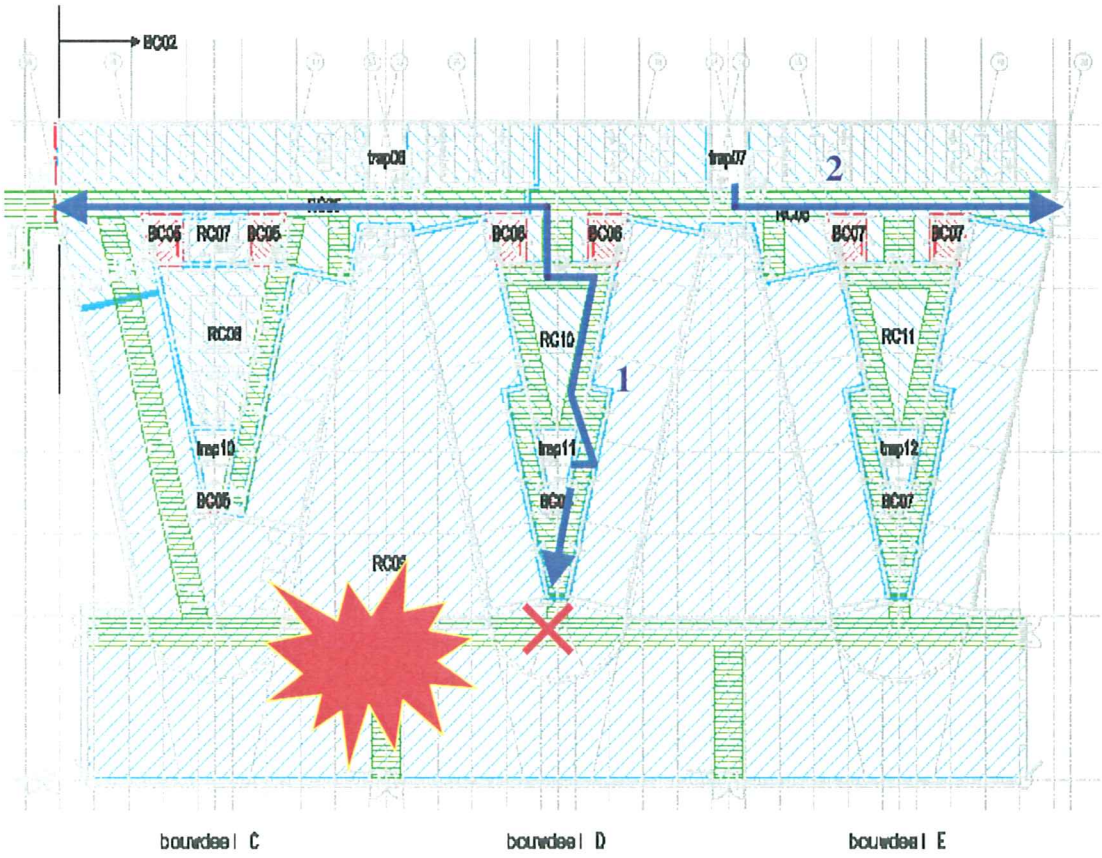
sprinkler: inschakeling bij 150 oC ruimtetemperatuur
groei brand tot 9 m2
gaasdoek als permanente RWA gemodelleerd

Bijlage 7

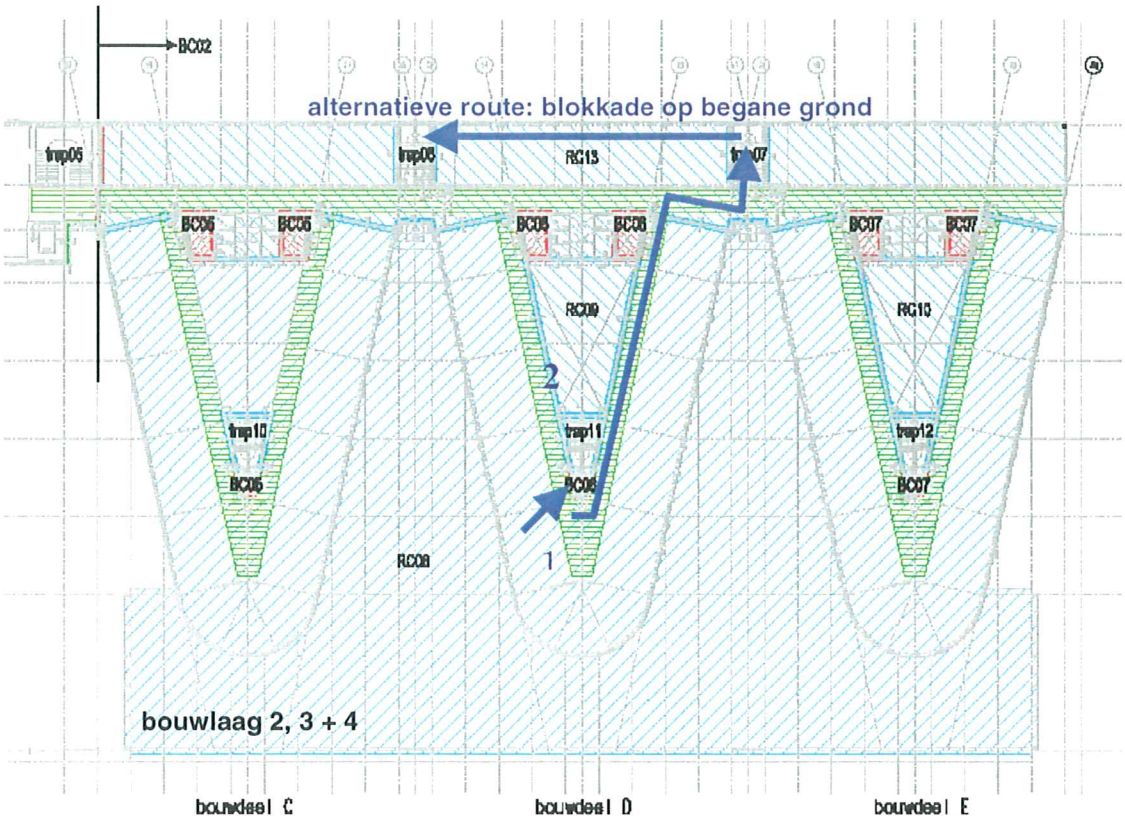
Voorbeeldscenario's vluchtroutes

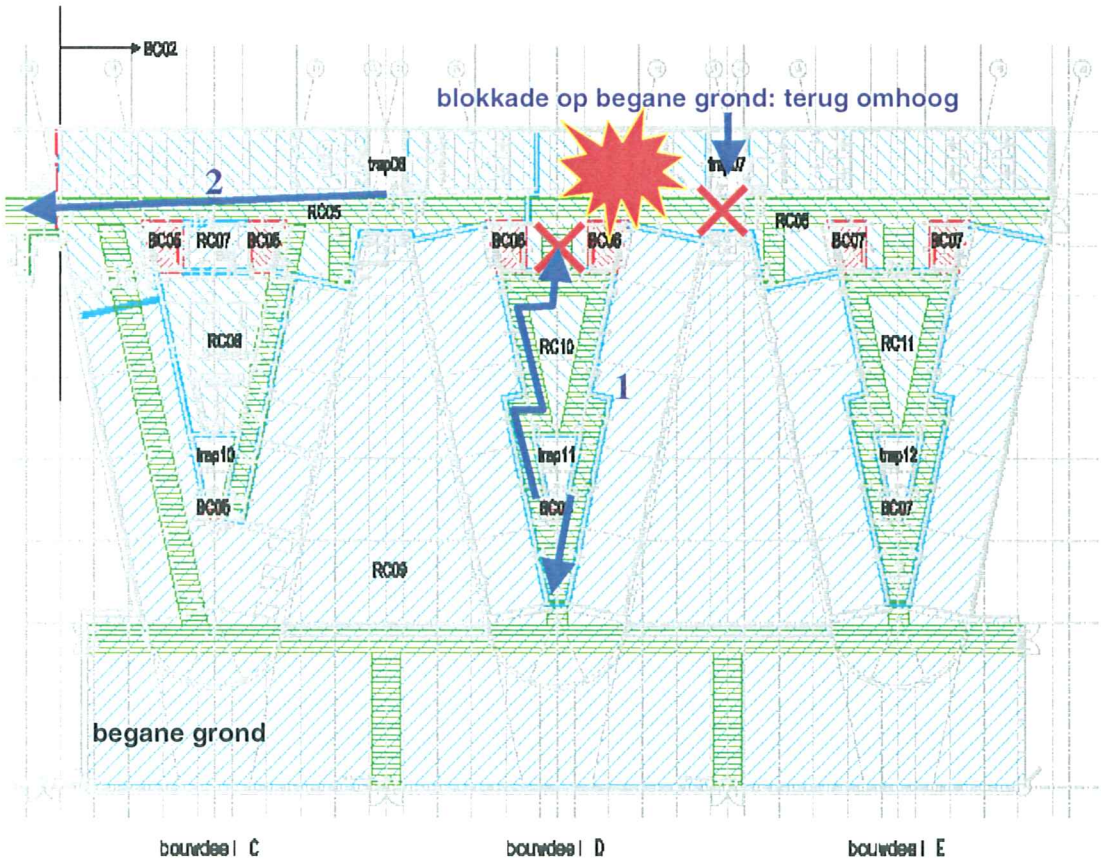
Scenario 1: brand in RC09, vluchten uit bouwdeel D 2e verdieping



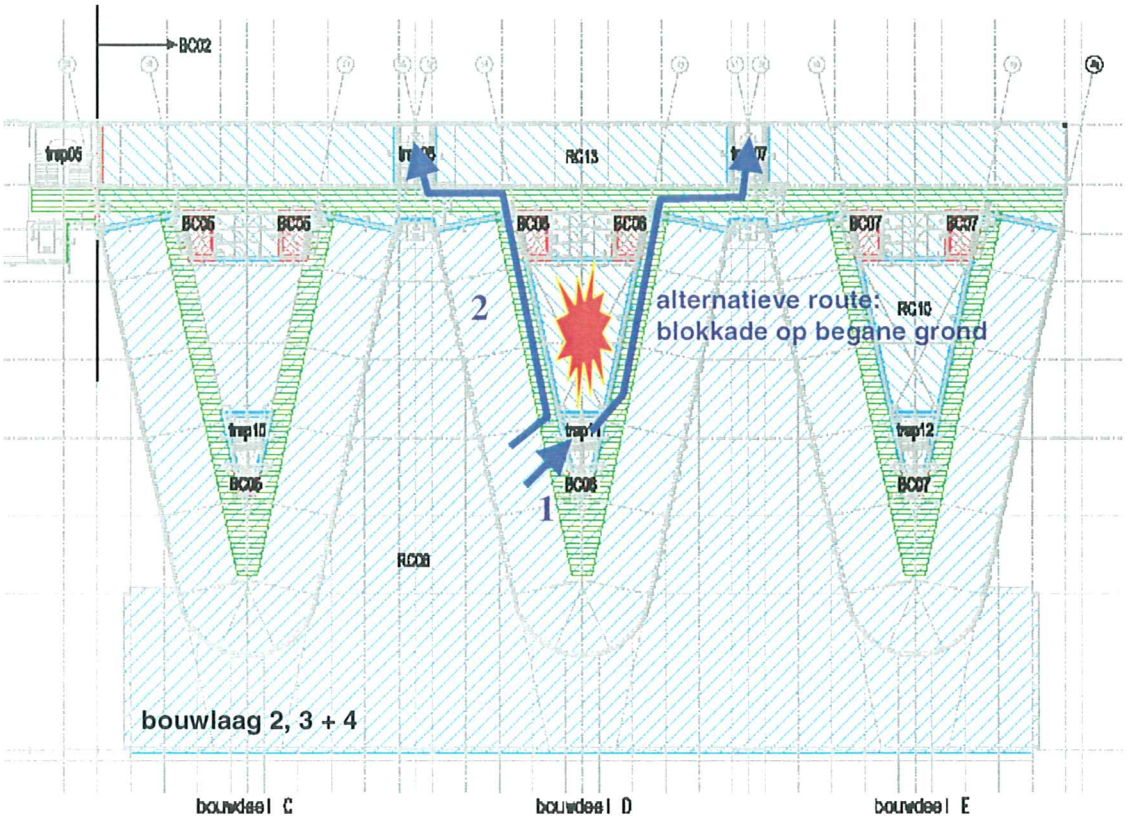


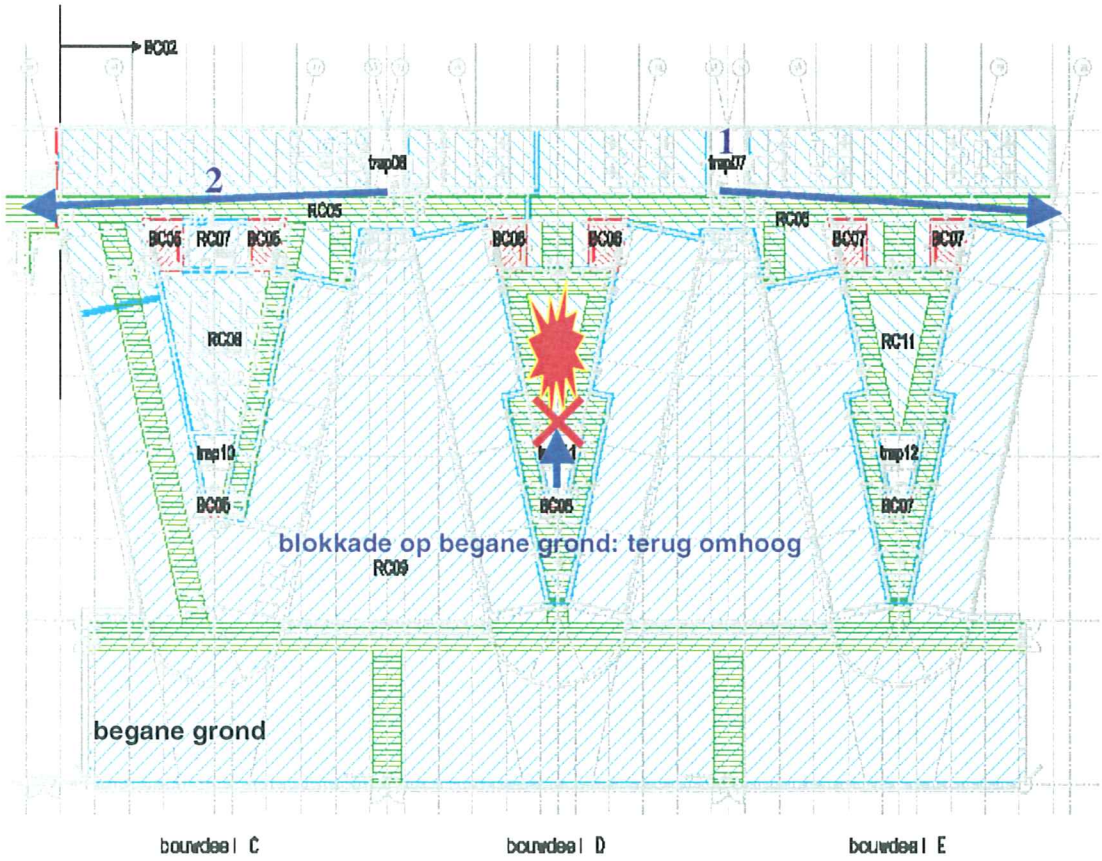
Scenario 2: brand in RC06, vluchten uit bouwdeel D 2e verdieping





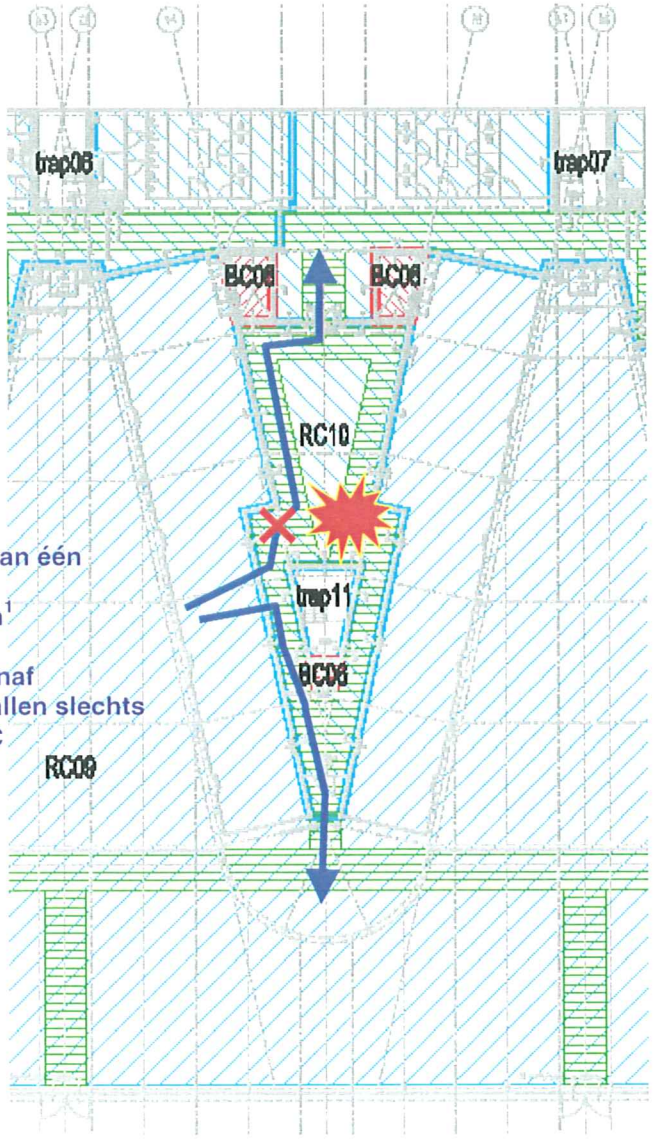
Scenario 3: brand in RC10, vluchten uit bouwdeel D 2e verdieping





Scenario 4: brand in RC10, vluchten uit bouwdeel D begane grond

- mogelijke blokkade van één uitgang
- vluchten binnen 30 m[1] ingedeelde ruimte.
- twee vluchtroutes vanaf rookcompartiment vallen slechts samen bij uitgang RC



bouwdeel D

Bijlage 8

Bepaling uitgangsbreedte rookcompartimenten en draairichting deuren

Controle uitgangsbreedte / draairichting deuren

bouwdeel	bouwlaag	RC	m2 VG	# deuren tegendraaiend	m2 via tegendraaiende deuren	nog benodigde breedte	meedraaiend deuren	toets
A/B	1	RC01	566	12	600	0	5400	VOLDOET
A	1	RC02	541	0	0	2976	7300	VOLDOET
B	1	RC04	188	0	0	1034	8800	VOLDOET
SA	1	RC03	364	0	0	5005	11200	VOLDOET
Zaal	1	RC03	250	0	0	3438	7900	VOLDOET
A/B	2	RC12	466	4	1500	0	1100	VOLDOET
A	2	RC03	550	0	0	506	3900	VOLDOET
B	2	RC03	550	0	0	506	3900	VOLDOET
A/B	3	RC12	466	4	1500	0	1100	VOLDOET
A	3	RC03	650	0	0	598	3900	VOLDOET
B	3	RC03	650	0	0	598	3900	VOLDOET
A/B	4	RC12	466	4	1500	0	1100	VOLDOET
A	4	RC03	550	0	0	506	3900	VOLDOET
B	4	RC03	550	0	0	506	3900	VOLDOET
C/D	1	RC05	390	1	50	1870	2700	VOLDOET
D/E	1	RC06	440	0	0	2420	5500	VOLDOET
C	1	RC08	135	1	50	468	2200	VOLDOET
D	1	RC10	188	0	0	2585	2900	VOLDOET
D	1	RC11	188	0	0	2585	2900	VOLDOET
SC/SD	1	RC09	1180	3	60	15400	18400	VOLDOET
C/D/E	2	RC13	765	6	2250	0	2200	VOLDOET
C	2	RC09	650	0	0	598	3900	VOLDOET
D	2	RC09	550	0	0	506	3900	VOLDOET
E	2	RC09	550	0	0	506	3900	VOLDOET
C/D/E	3	RC13	765	6	2250	0	2200	VOLDOET
C	3	RC09	650	0	0	0	3900	VOLDOET
D	3	RC09	650	0	0	598	3900	VOLDOET
E	3	RC09	650	0	0	598	3900	VOLDOET
C/D/E	4	RC13	765	6	2250	0	2200	VOLDOET
C	4	RC09	550	0	0	506	3900	VOLDOET
D	4	RC09	550	0	0	506	3900	VOLDOET
E	4	RC09	550	0	0	506	3900	VOLDOET
H	2	RC22	150	1	50	550	1700	VOLDOET
H	2	RC23	125	4	200	0	850	VOLDOET
H	2	RC24	150	1	0	825	1700	VOLDOET
H	2	RC21	320	0	0	1760	4250	VOLDOET

Bijlage 9

Bepaling doorstroomcapaciteit trappenhuizen laagbouw

DGMR

Rijkswaterstaat, Westraven
bouwdeel A+B+SA

B.2002.0015/15

Bepaling opvang- en doorstroomcapaciteit

conform toelichting hoofdstuk 3 "brandveiligheidsvoorschriften voor te bouwen bouwwerk" uit de Regeling Bouwbesluit 2003

trap 03, 08 en 09

ontruimingstijd trappenhuis	15	minuten
traptype (kolom A of B volgens Tabel 1 BB)	b	

personen per trappenhuis (personen/trap)

benodigde capaciteit trappenhuis (op basis van aantal aanwezigen personen)	verdieping 3	2	1
m2 VG per bouwlaag	1566	1766	1566
aantal personen per m2 VG	12	12	12
totaal aantal personen op de bouwlaag:	131	147	131
aantal trappen beschikbaar voor ontruiming:	3	3	3
totaal personen bouwlaag	44	50	44

DOORSTROOMCAPACITEIT (personen/min)

aanwezige doorstroomcapaciteit	verdieping 3	2	1	verdieping 3	2	1
breedte trap (tussen de bomen)	1,10 m	1,10 m	1,10 m	**49,5**	**49,5**	**49,5**
breedte verkeersruimte (gang/deur)	0,85 m	0,85 m	0,85 m	**76,5**	**76,5**	**76,5**
maatgevende doorstroomcapaciteit				trap	trap	trap

benodigde capaciteit trappenhuis (op basis van aantal aanwezigen personen)	verdieping 3	2	1
personen aangewezen op dit trappenhuis	**44,0**	**50,0**	**44,0**

benodigde doorstroomcapaciteit	verdieping 3	2	1	verdieping 3	2	1
aantal lagen tot de uitgang	3 lagen	2 lagen	1 lagen			
personen aangewezen op trappenhuis	44 pers.	50 pers.	44 pers.=>	**3,7**	**7,2**	**9,9**

Toets: is aanwezige capaciteit groter dan de benodigde capaciteit?	verdieping 3	2	1
resultaat (positief = te veel doorstroomcap., negatief = te kort aan doorstroomcap.)	45,8	42,3	39,6
antwoord ?	**accoord**	**accoord**	**accoord**

DGMR

Rijkswaterstaat, Westraven
bouwdeel C+D+E+SD+SE

B.2002.0015/15

Bepaling opvang- en doorstroomcapaciteit

conform toelichting hoofdstuk 3 "brandveiligheidsvoorschriften voor te bouwen bouwwerk" uit de Regeling Bouwbesluit 2003

trap 06, 07, 10,11 en 12

ontruimingstijd trappenhuis	15	minuten
traptype (kolom A of B volgens Tabel 1 BB)	b	

personen per trappenhuis (personen/trap)

benodigde capaciteit trappenhuis (op basis van aantal aanwezigen personen)	verdieping 3	2	1
m2 VG per bouwlaag	2415	2715	2515
aantal personen per m2 VG	12	12	12
totaal aantal personen op de bouwlaag:	201	226	210
aantal trappen beschikbaar voor ontruiming:	5	5	5
totaal personen bouwlaag	41	46	42

DOORSTROOMCAPACITEIT (personen/min)

aanwezige doorstroomcapaciteit	verdieping 3	2	1	verdieping 3	2	1
breedte trap (tussen de bomen)	1,10 m	1,10 m	1,10 m	**49,5**	**49,5**	**49,5**
breedte verkeersruimte (gang/deur)	0,85 m	0,85 m	0,85 m	**76,5**	**76,5**	**76,5**
maatgevende doorstroomcapaciteit				trap	trap	trap

benodigde capaciteit trappenhuis (op basis van aantal aanwezigen personen)	verdieping 3	2	1
personen aangewezen op dit trappenhuis	**41,0**	**46,0**	**42,0**

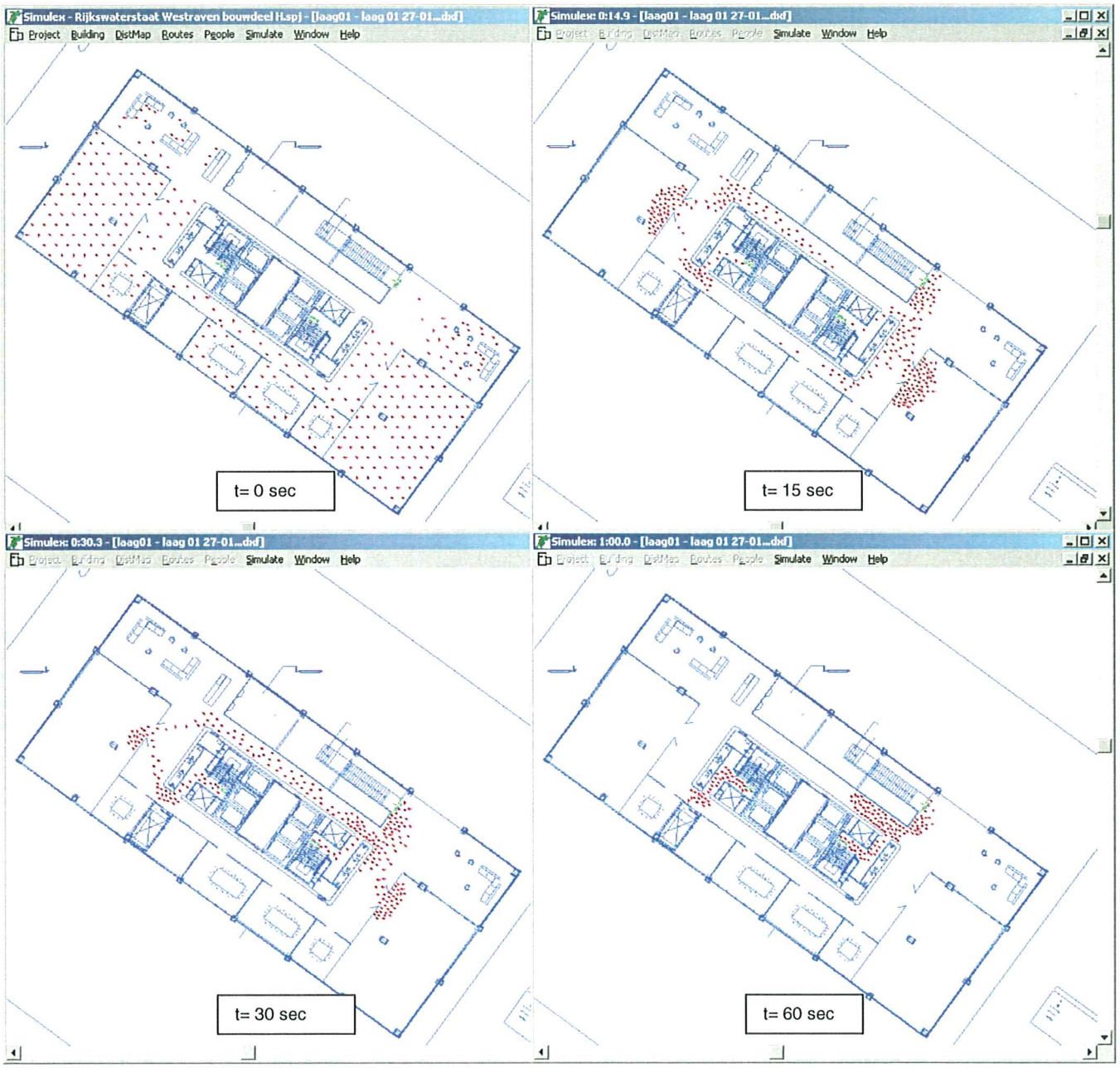
benodigde doorstroomcapaciteit	verdieping 3	2	1	verdieping 3	2	1
aantal lagen tot de uitgang	3 lagen	2 lagen	1 lagen			
personen aangewezen op trappenhuis	41 pers.	46 pers.	42 pers.=>	**3,4**	**6,7**	**9,2**

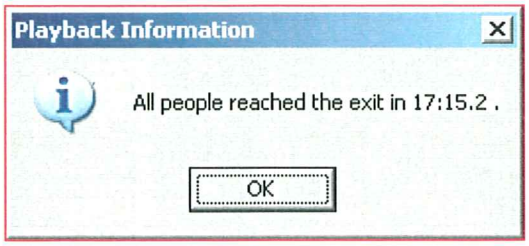
Toets: is aanwezige capaciteit groter dan de benodigde capaciteit?	verdieping 3	2	1
resultaat (positief = te veel doorstroomcap., negatief = te kort aan doorstroomcap.)	46,1	42,8	40,3
antwoord ?	**accoord**	**accoord**	**accoord**

Bijlage 10

Uitleg vluchtsimulaties Simulex laagbouw

2e bouwlaag, vergadercentrum



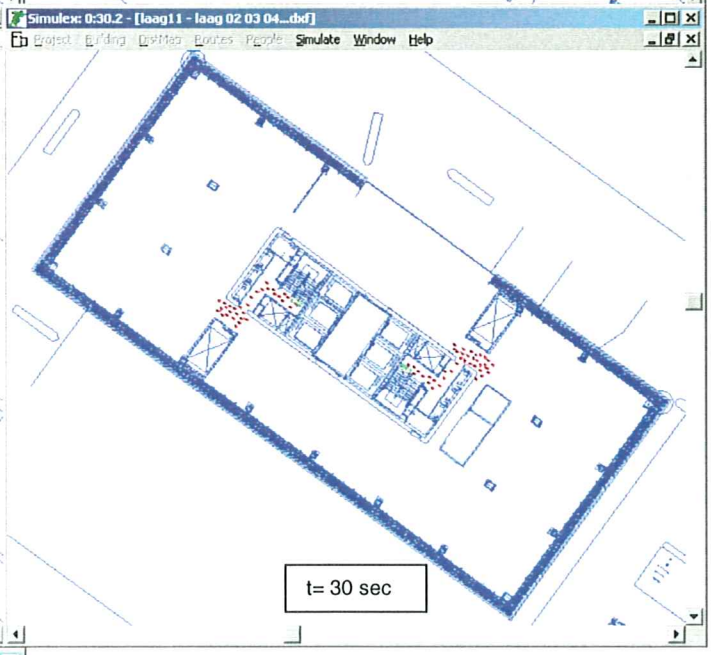


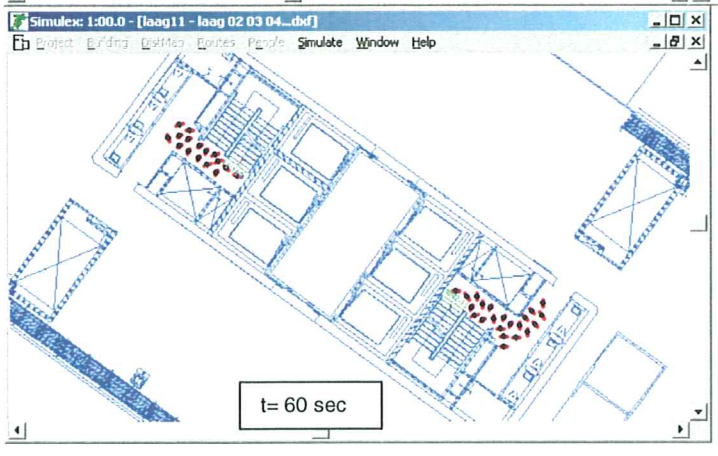
12e bouwlaag, kantoorverdieping

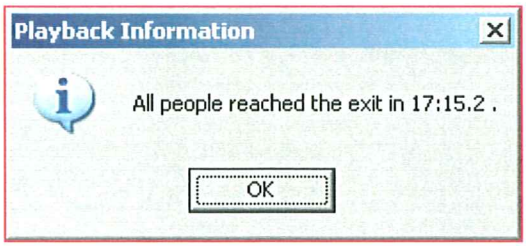












Trappenhuizen, begane grond



Bijlage 11

Bepaling doorstroomcapaciteit en ontruimingstijd bouwdeel H (hoogbouw) met behulp van Simulex®

MEMO

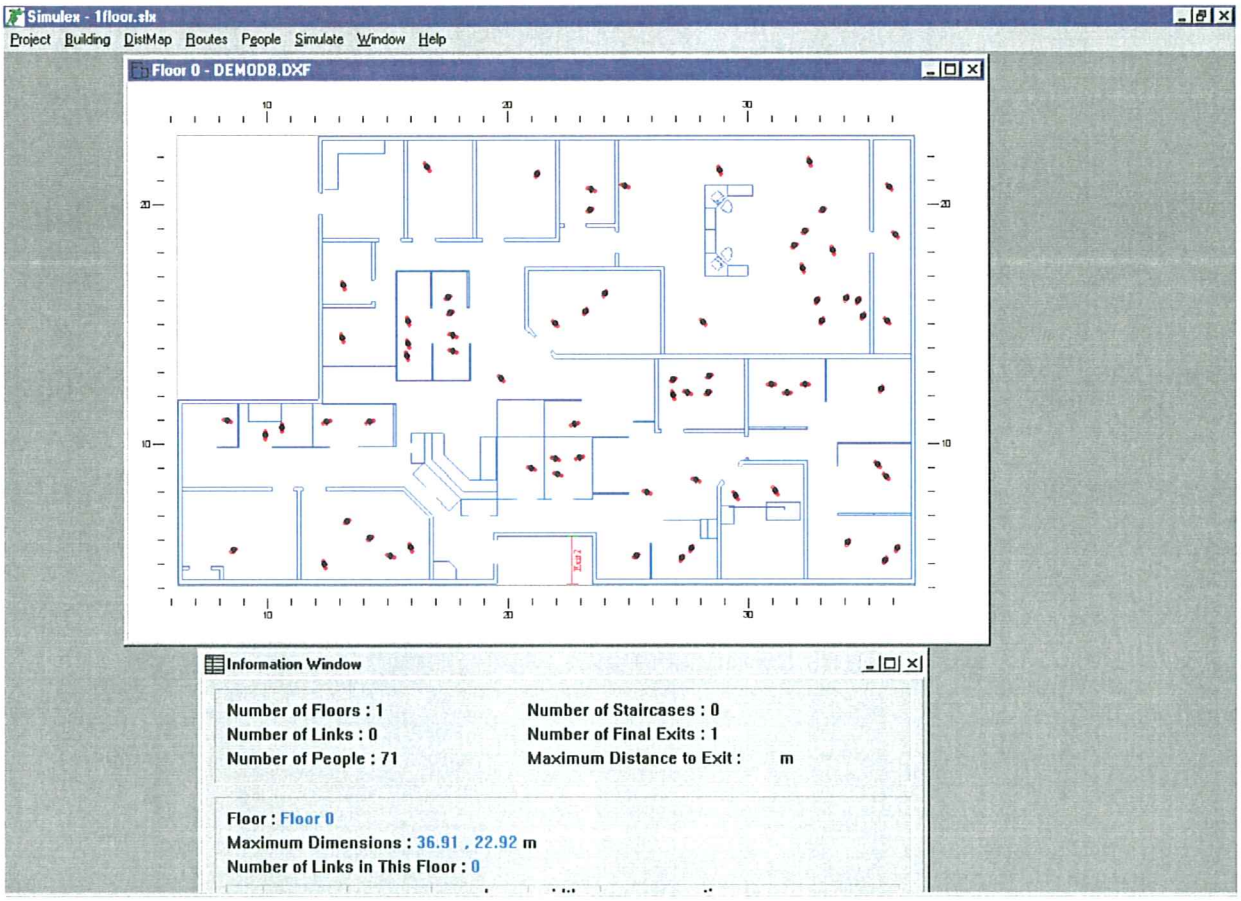
Nr. : 001/B.2002.0015.15

Betreft : Het programma Simulex

Datum : 11 februari 2004

Over het programma SIMULEX

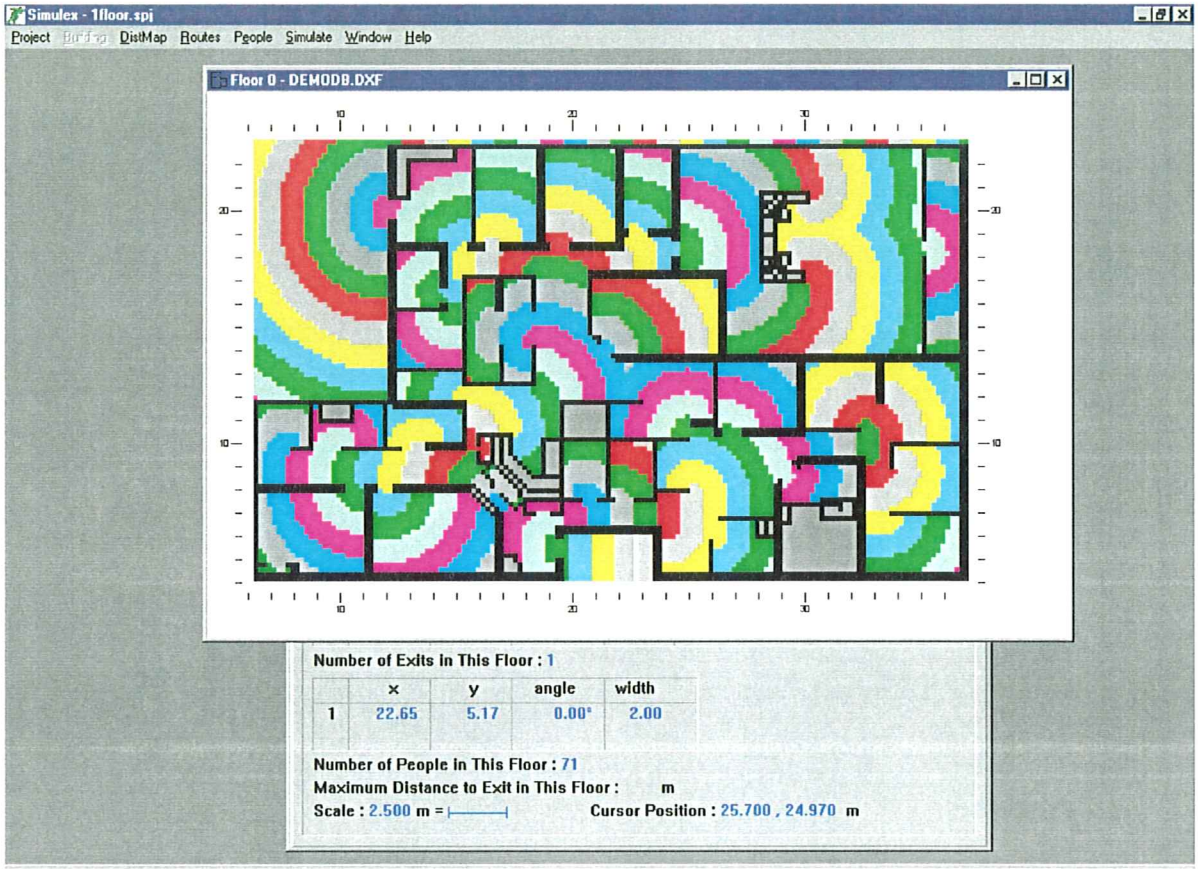
Het programma laat het evacuatieproces grafisch op het scherm zien met behulp van bovenaanzichten van vloeren en trappenhuizen, die in separate vensters worden afgebeeld. De trappen en plattegronden zijn aan elkaar gekoppeld met behulp van zogenaamde 'links'. De personen bewegen zich naar van tevoren gedefinieerde uitgangen, met individuele loopsnelheden die afhankelijk zijn van persoonlijke karakteristieken en de nabijheid van anderen personen.



Begin situatie voor aanvang start evacuatie

Distancemap

De kortste route naar de einduitgang wordt door het programma berekend. Het resultaat van deze berekening is een zogenaamde 'distancemap'.



Voorbeeld van een distancemap.

Het programma geeft ook de mogelijkheid zelf distancemappen te creëren. In dat geval wordt ervan uitgegaan dat aanwezigen niet vooraf weten wat de kortste route is, maar gestuurd worden via een door pictogrammen aangegeven route, eventueel in combinatie met een BHV-organisatie.

In dat geval kan met behulp van het programma de aanwezige opvangcapaciteit optimaal worden benut, met dien verstande dat het reëel 'aanwijzen' van vluchtroutes een voorwaarde is.

Uitgangspunten loopsnelheden en beweging van personen

Per individu worden per 0.1 seconde de positie, de beslismomenten en de bewegingparameters doorgerekend. Op basis hiervan wordt de richting van de beweging voorspeld. Per tijdstap legt een individu maximaal 0.17 m af.

SIMULEX hanteert realistische doorstromingscapaciteiten van 1.1 tot 1.4 personen per meter uitgangsbreedte per seconde (normale ontruiming). Omgerekend zijn dit 66 tot 84 personen per meter per minuut. SIMULEX hanteert derhalve in vergelijking met het Bouwbesluit, 90 personen per meter per minuut, een meer conservatieve doorstoomcapaciteit.

SIMULEX hanteert als loopsnelheid 0.8 tot 1.7 m/s op het horizontale vlak en 0.4 tot 0.85 m bij het naar beneden lopen op een trap. Deze loopsnelheden zijn afhankelijk van het individu en gaan ervan uit dat het individu niet wordt gehinderd door anderen. In SIMULEX is de snelheid van de personen afhankelijk van de afstand tussen de personen. Het was in 1995 het eerste computermodel dat met dit gegeven rekening hield (zie grafiek).

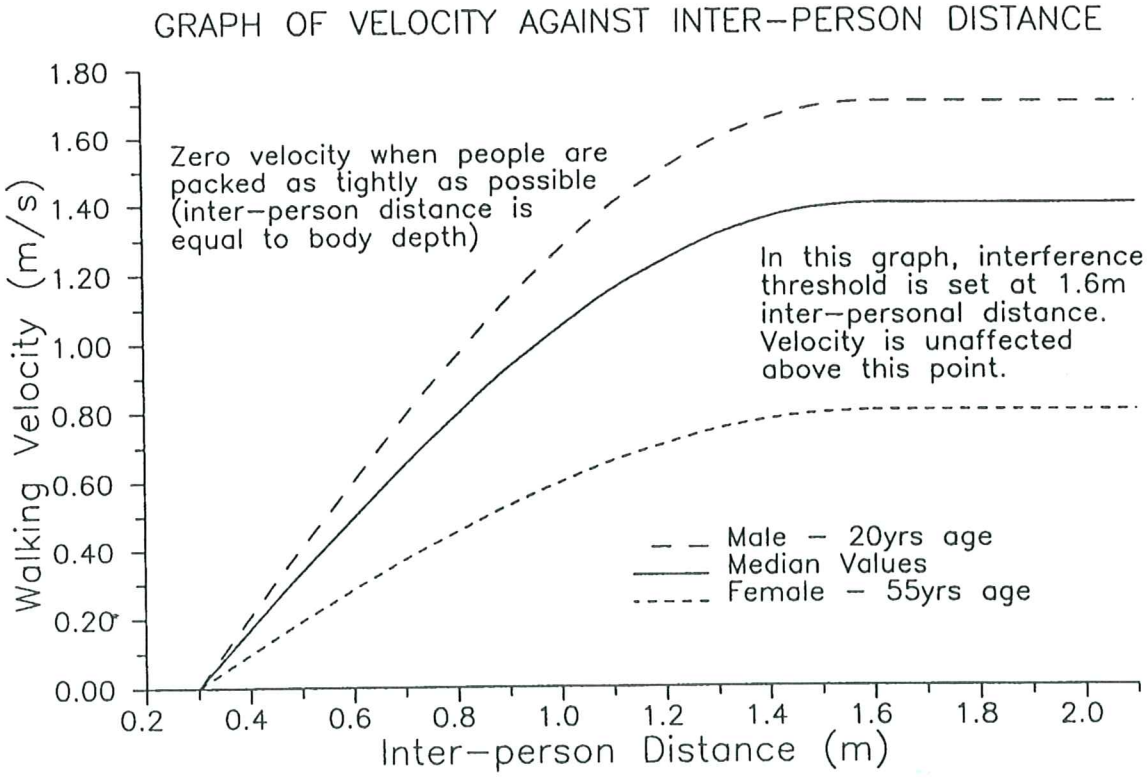
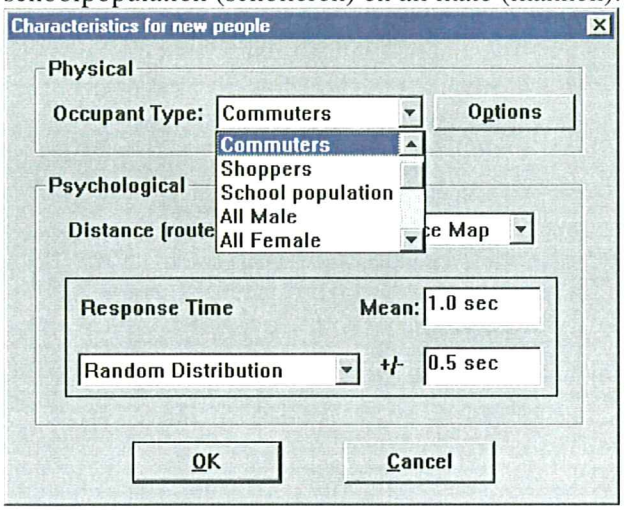


Figure 8. The Relationship Between Walking Velocity and Inter-Person Distance

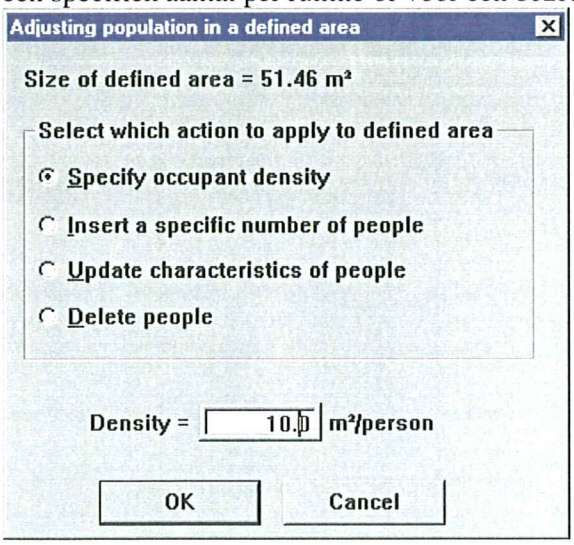
Gebouwpopulatie

Binnen SIMULEX kunnen in een gebouw verschillende populaties worden gedefinieerd zoals onder meer office staff (werknemers in een kantoor), commuters (doorsnee bevolking), schoolpopulation (scholieren) en all male (mannen).



definiëring van de populatie

Daarnaast kan bij het toewijzen van een populatie aan een verblijfsgebied gekozen worden voor een specifiek aantal per ruimte of voor een bezettingsgraad per ruimte.

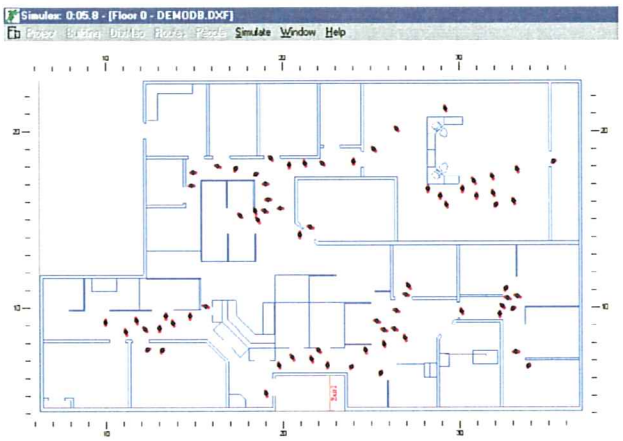


Resultaten

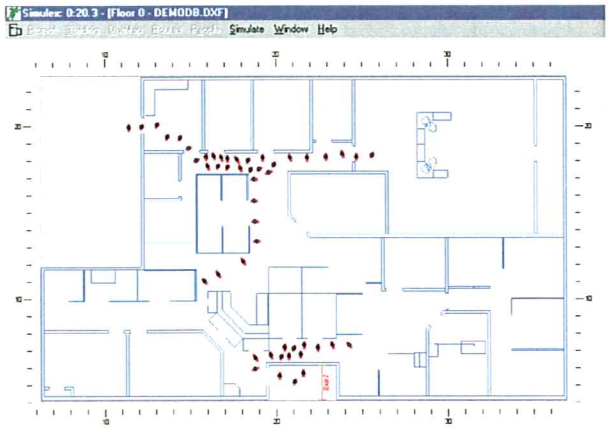
De resultaten van de simulatie worden opgenomen in en zogenaamde 'playback'-file. In deze file is een grafische weergaven te zien van de evacuatie per 0.1 s. De bewegingen van elk individu zijn te volgen op de verschillende verdiepingen en trappenhuizen.

In een tekstfile wordt geregistreerd hoeveel mensen per tijdstap gebruikmaken van een bepaalde trap of uitgang. Hiermee is naderhand vast te stellen binnen hoeveel tijd een bepaalde ruimte, verdieping,of trappenhuis is ontruimd.

Daarnaast wordt door de visualisatie van het evacuatieproces snel inzicht verkregen in bottlenecks van het bouwplan. Dit vertaalt zich dan in een wachttijd voor een bepaalde doorgang.



resultaat op t = 5 s na start ontruiming



t = 20 s na start ontruiming

In vergelijking met bijlage G uit het brandbeveiligingsconcept "gebouwen met een publieksfunctie" blijkt dat in beide gevallen de snelheden gerelateerd aan de dichtheid zoals omschreven in het concept, conservatiever zijn. De uitgangspunten van het programma SIMULEX zijn derhalve veiliger dan de uitgangspunten die door het Bouwbesluit en de overige richtlijnen (brandbeveiligingsconcepten) worden gehanteerd met betrekking tot te hanteren doorstoomcapaciteiten en loopsnelheden.

Literatuuroverzicht Simulex

1. Thompson, P.A. en Marchant, E.W., 1995. "A Computer Model for the Evacuation of Large Building Populations", Fire Safety Journal 24, pagina 131-148;
2. Thompson, P.A. en Wu, J. en Marchant, E.W., 1996. ''Modelling Evacuation in Multi-storey buildings with 'Simulex', Fire Engineers Journal 56, pagina 7-11;
3. Thompson, P.A. en Marchant, E.W., 1995, Testing and Application of the Computer Model 'Simulex', Fire Safety Journal 24, pagina 149-166;
4. Olsson, P.A. en Regan, M.A., 1998, A comparison between actual and predicted evacuation times, Human Behavior in Fire. International Symposium, pagina 461-468.

Bijlage 12

Bepaling detectietijdstippen fast-response sprinkler en rookdetectie

MEMO

Nr. : 001/B.2002.0015.15

Betreft : BMI ruimtebewaking v. Quick Respons sprinkler + BMI partieel

Datum : 11 februari 2004

Inleiding

In dit memo wordt een onderbouwing gegeven van de gelijkwaardigheid van een quick response sprinklerinstallatie in combinatie met een brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking voor een brandmeldinstallatie met ruimtebewaking zoals deze doorgaans vereist is bij samenvallende vluchtroutes vanuit een verblijfsruimte ('doodlopende gangen', bedoeld als in de Modelbouwverordening artikel 2.6.2 lid 2).

Bij aanwezigheid van een gecertificeerde automatische sprinklerinstallatie is een aanpassing van de gevoeligheid en snelheid (quick-response) relatief eenvoudig door te voeren en kan volstaan worden met de toevoeging van een brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking.

Doel van de installatie

Doel installatie: voorkomen dat personen aan het einde van een 'doodlopende' gang niet in staat zijn om bij brand voldoende snel een veilig gebied te bereiken

Hoe?: zorgen voor vroegtijdige automatische detectie van een brand zodat men voldoende gelegenheid heeft om veilig langs een in brand staande ruimte te vluchten.

Praktijk: Uitgangspunt is dat personen direct na een melding naar de uitgang van het rookcompartiment vluchten. In de praktijk blijkt nogal eens dat men eerst wacht en gaat kijken wat er aan de hand is, voordat daadwerkelijk overgegaan wordt tot een ontruiming. Vaak worden dan ook koffers, laptops en tassen meegenomen. Praktisch betekent dit dat men enkele minuten nodig heeft om het gebied daadwerkelijk te verlaten.

Eigenschappen installatie

Brandmeldinstallatie met ruimtebewaking zonder sprinklerinstallatie

- de melders dienen te reageren bij een rookdichtheid van 0.05 m^{-1} in verkeerszones en aangrenzende ruimtes en zullen het ontruimingsalarm in werking stellen;
- de melders reageren niet op temperatuur
- een brand kan zich na de melding doorontwikkelen zodat vluchtende personen mogelijk langs vlammen moeten vluchten die door bijvoorbeeld een deuropening naar de gang uitslaan.

brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking en quick-response sprinkler

- de sprinkler reageert (afhankelijk van het type) bij een temperatuur van 68 °C en zal het ontruimingsalarm in werking stellen;
- de sprinkler heeft een Response Time Index (RTI) circa 30 $m^{1/2}s^{1/2}$ (gewone sprinkler circa 200 $m^{1/2}s^{1/2}$);
- de sprinklers reageren niet op rookontwikkeling door smeulbranden;
- een brand zal zich na het inwerkingtreden van de sprinkler niet veel verder ontwikkelen, zodat vluchtende personen niet langs vlammen hoeven te vluchten;
- bij een vertrek waarbij de deur geopend is, zal zich in eerste instantie rook ophopen onder het plafond. Op een zeker moment zal de rook ook naar de verkeersruimte stromen. Op dat moment zal er vrijwel direct een melding plaatsvinden en start de ontruiming. Nog enige tijd later zal de sprinkler in de ruimte in werking treden, en zal de brand beheerst worden zodat er geen vlammen naar de verkeersruimte uitslaan. Het vluchten in deze situatie is nog steeds veilig;
- bij een vertrek dat gesloten is (gesloten deur) zal de temperatuur bij een brand snel oplopen. In de beginfase van een brand zal er in de verkeersruimte geen rook zijn. De sprinkler zal de brand beheersen nadat de temperatuur voldoende hoog is opgelopen. Ook op dat moment zal er vrijwel geen rook in de verkeersruimte aanwezig zijn en kunnen de personen veilig langs het vertrek vluchten.

Bepaling detectietijdstip

Detectietijdstippen ruimte 3.6×7.2 m^2 grenzend aan verkeersruimte

- hoogte ruimte 2.7 m^1;
- Kwadratische brandgroei met een uitbreidingssnelheid van 300 s ('Medium')
- Brandvermogen 300.000 W/m^2.

Met behulp van rookberekeningen zijn de volgende tijdstippen bepaald:

- rookdetectie na circa 30 seconden na begin brand (vlamfase)
- rook stroomt bij een geopende deur na ongeveer 110 seconden over naar de gang en zal hier binnen enkele tientallen seconden tot een melding leiden;
- temperatuur van 70 graden bereikt na 130 seconden;
- zonder sprinkler zal waarschijnlijk binnen 5 minuten een flash-over plaatsvinden in het betreffende vertrek;

Met behulp van het computerprogramma (DETACT-T2, verkrijgbaar via www.nist.gov) kunnen activeringstijden bepaald worden van sprinklers. Met behulp hiervan en de enkele eerder genoemde invoergegevens, is bepaald dat een quick-response sprinkler binnen 3 minuten wordt geactiveerd.

Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat een bmi met ruimtebewaking sneller reageert bij een brand. De tijd tussen de melding en de feitelijke alarmering bedraagt maximaal 1 minuut. Binnen enkele minuten daarna zal er een flash-over in de ruimte plaatsvinden en wordt de doorgang door de verkeersruimte feitelijk geblokkeerd door vlammen die naar de verkeersruimte toe uitslaan, ook als eventuele deuren gesloten zijn.

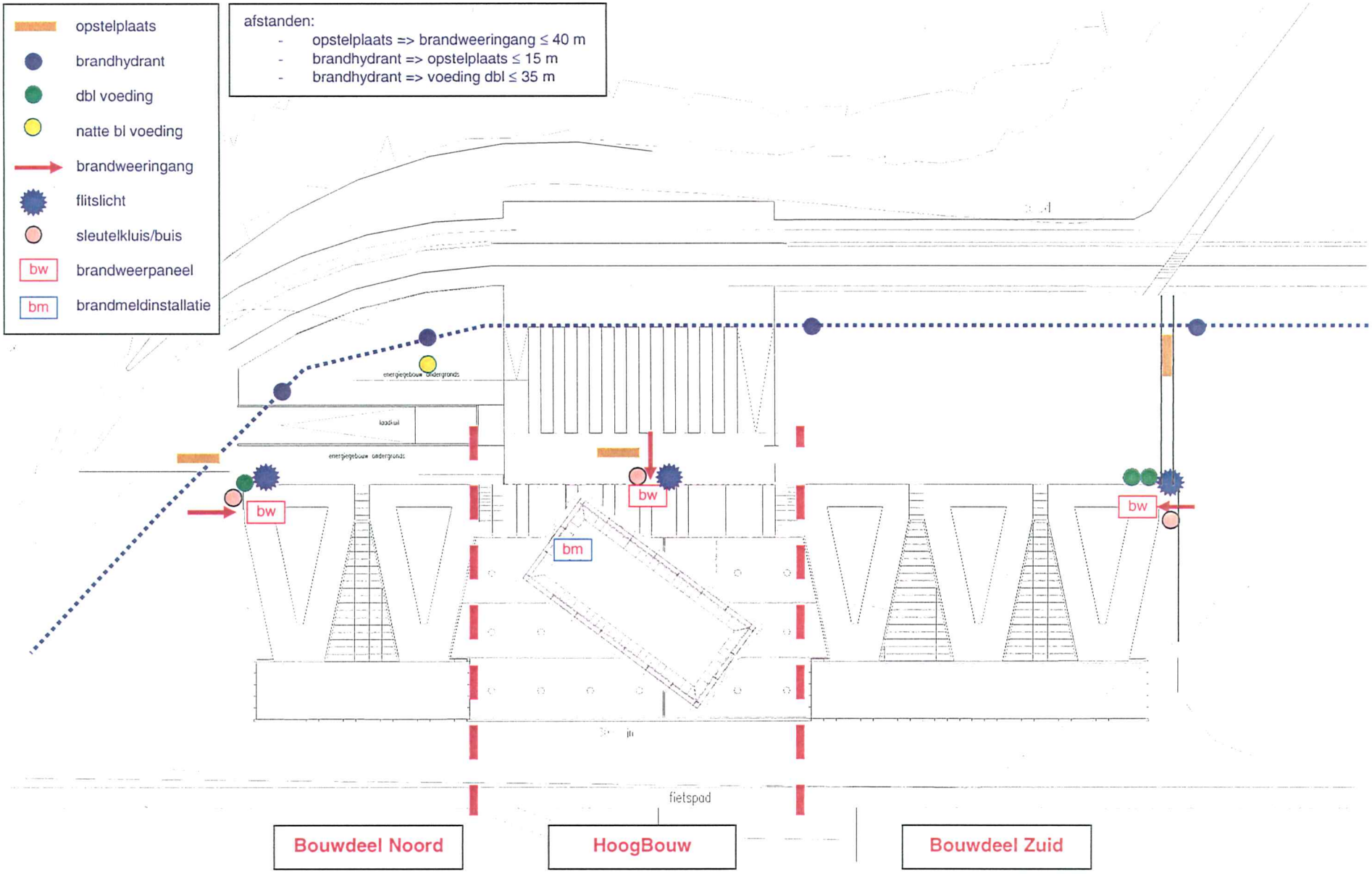
De combinatie van een quick-response sprinkler met rookdetectie in verkeersruimtes reageert bij gesloten deuren trager dan bij een bmi met ruimtedetectie. De alarmering vindt plaats binnen 1 minuut nadat de sprinkler in werking is getreden. Vervolgens kan relatief lang langs de ruimte gevlucht worden die in brand staat omdat er geen flash-over zal plaatsvinden. Bij een geopende deur zal de rookmelding in de gang iets later plaatsvinden dan dat die bij ruimtedetectie zou plaatsvinden, de route langs de ruimte waarin de brand is ontstaan, is echter langer relatief veilig begaanbaar omdat er geen flash-over zal plaatsvinden.

Hoewel een brandmeldinstallatie met ruimtebewaking dus iets sneller reageert bij brand, kan men slechts enkele minuten lang, veilig langs een in brand staande ruimte vluchten.
De combinatie van een brandmeldinstallatie met gedeeltelijke bewaking en een quick-response sprinklerinstallatie zal welliswaar iets later leiden tot een brandmelding, maar zorgt er wel voor dat veel langer, veilig langs een in brand staande ruimte gevlucht kan worden.

Derhalve wordt geconcludeerd dat deze oplossing gelijkwaardig is aan een brandmeldinstallatie met ruimtebewaking.

Bijlage 13

Principe bereikbaarheidskaart


opstelplaats
brandhydrant
dbl voeding
natte bl voeding
brandweeringang
flitslicht
sleutelkluis/buis
bw
brandweerpaneel
bm
brandmeldinstallatie
afstanden:
- opstelplaats => brandweeringang ≤ 40 m
- brandhydrant => opstelplaats ≤ 15 m
- brandhydrant => voeding dbl ≤ 35 m
energiegebouw ondergronds
kadekuil
energiegebouw ondergronds
bw
bw
bm
bw
fietspad
Bouwdeel Noord
HoogBouw
Bouwdeel Zuid