# Fire Safety Engineering in de praktijk:

Evacuatie van ondergrondse aula's beoordeeld met ondersteuning van CFD technieken



respectievelijk 169 en 208 personen ondergronds in te richten.

De wetgeving aangaande de brandveiligheid van gebouwen [1] beschouwt auditoria als zijnde 'schouwzalen' waarvan het voor publiek toegankelijke laagste vloerpeil niet meer dan 4m lager mag zijn dan het evacuatieniveau. Voor beide naast elkaar gelegen aula's ligt het laagste vloerpeil echter op -8.4m t.o.v. het evacuatieniveau. Hierdoor voldoet het bouwkundig ontwerp a priori niet aan de vereisten voor vluchtveiligheid in de bouwregelgeving. De regelgeving biedt geen prescriptieve oplossingen om de overschrijding van het criterium voor het laagste vloerpeil te compenseren. Daarom wordt op basis van een performantie gericht ontwerp een gelijkwaardige oplossing gezocht voor het objectief van de regelgeving, namelijk de mogelijkheid tot veilig vluchten vanuit de 2 aula's naar het evacuatieniveau in geval van brand.



Figuur 1: concept gebouw: bestaand gedeelte rood ingekleurd



Preventie

<sup>1</sup> Ontwerp B-architecten Antwerpen

Figuur 2: onderwijscomplex: doorsnede gebouw



# Aanpak

Om de vluchtveiligheid in de aula's te beoordelen wordt een studie uitgevoerd van de tijd die nodig is om de objecten bij een volle bezetting volledig te evacueren. **De studie bestaat uit het simuleren van brand gegenereerde condities en daaropvolgend het simuleren van de ontvluchting van de aanwezigen on-**



Figuur 3: onderwijscomplex: niveauplan -5.75m

#### der invloed van de brand gegenereerde condities.

Bij een brand in de aula's is het te verwachten dat de geproduceerde rook de grootste bedreiging vormt voor de aanwezigen waarbij de hoeveelheid geproduceerde rook in directe relatie staat tot het ontwikkeld vermogen van de brandhaard. Door enerzijds de uitbreiding van de brand te beperken, en anderzijds de geproduceerde rook en warmte doelmatig af te voeren, zijn we in staat om houdbare condities te creëren tijdens het vluchten, respectievelijk door de ontwikkeling van de brand te controleren door een sprinklerinstallatie en door de geproduceerde rook en warmte af te voeren door mechanische extractoren aangestuurd door een rookdetectie installatie. In totaliteit zullen dus 3 actieve brandbeveiligingssystemen de performantie gerichte oplossing ondersteunen.

Aan de basis van de studie ligt een uitgangspunten document (UPD) dat werd opgemaakt in overleg met alle stakeholders van het project, zijnde bouwheer, archibrandweer, tecten, studiebureau brandveiligheid en studiebureau technieken. De belangrijkheid van een UPD kan niet genoeg worden onderstreept in het belang van het project. De bedreigende condities die gegenereerd worden in een object ten gevolge van een brand zijn im-

2 RSET: required safe egress time 3 ASET: available safe egress time

mers in sterke mate afhankelijk van (1) de ontwikkeling van de brand, (2) de vrijstelling van pyrolyse producten door de brandbare materialen en (3) de invloed van actieve brandbeveiligingssystemen. De ontwikkeling van het vermogen van de brand is op zijn beurt afhankelijk van een groot aantal factoren waaronder de geometrie van het object, de ventilatiecondities, de configuratie (vorm en opstelling) van de brandbare materialen, de thermische eigenschappen van de wanden, en zo verder. Om op een pragmatische manier met een grote spreiding aan detail om te gaan wordt aan het begin van de studie een 'type brandhaard' bepaald die conservatief kan worden beschouwd met betrekking tot vluchtbedreigende condities.

Een 'type brandhaard' wordt gedefineerd door een brandcurve (vermogen in functie van de tijd), de vrijgestelde energie per eenheid van gepyroliseerde massa (KJ/kg), en één of meerdere volatiele producten (roetdeeltjes, CO, HCI, HF,..) die gegenereerd worden per eenheid van gepyroliseerde massa (kg/kg).

# Vluchttijden model

Wanneer we een bepaalde brandontwikkeling in functie van de tijd vooropstellen, kunnen we de benodigde tijd om het compartiment veilig te verlaten (RSET)<sup>2</sup> afwegen tegenover de tijd waarin de omgevingscondities op de evacuatieweg onhoudbaar worden (ASET)<sup>3</sup> als gevolg van de brand. Figuur 4 geeft een schematisch overzicht van het tijdsmodel dat wordt toegepast. Een belangrijke factor in de totale evacuatie tijd is de *premovement time* (dt pre). Men mag immers niet uitgaan van een onmiddel-

FireForum magazine – februari 2015 – nr. 46

lijke beweging richting (nood)uitgangen wanneer een evacuatie signaal wordt gegeven. Dit signaal dient eerst te worden waargenomen (herkend!) door de aanwezigen. Nadien verloopt er nog een zekere tijd voordat men zich effectief in beweging zet richting uitgang. De reactie is voor elke aanwezige verschillend. **Daarom moeten cijfers met betrekking tot evacuatie steeds vanuit een statistisch oogpunt worden bekeken. Exacte waarden zijn niet te rijmen met onvoorspelbaar menselijk gedrag.** 

Onderzoek heeft uitgewezen dat de premovement time voor een populatie typisch een *log-normaal* verdeling vertoont, zoals aangegeven in Figuur 5. Een regelmatige training van de aanwezigen kan de tijdsschaal van deze verdeling in belangrijke mate verkorten maar de praktijk heeft ons geleerd dat men dit effect niet mag overschatten. De frequentie en de doelmatigheid waarmee evacuatie oefeningen worden georganiseerd, voldoen niet altijd aan de objectieven.

Een tweede belangrijk aspect in de evacuatietijd is de snelheid van beweging. De snelheid wordt o.a. beïn-



Figuur 4: Egress time model<sup>4</sup>

vloed door de leeftijd, fysische beperkingen, aanwezigheid van rook, de congestie in de evacuatiewegen, trappen en hellingen. Ook hier is een statistische verdeling gewenst om deze eigenschappen op een realistische manier te verdelen over een populatie.

Naar gelang de beperking van de zichtlengte en de irritatie die de rook veroorzaakt aan de ogen zal de loopsnelheid worden beïnvloed (Figuur 6). In [2] worden waarden gerapporteerd voor scholen op basis van experimenten, waarbij 73s als gemiddelde waarde wordt gegeven voor *pre-movement time*.

### Houdbare condities

De minimale zichtlengte werd bepaald op 10m.

Het criterium voor zichtlengte werd relatief laag gehouden om volgende redenen:

- het betreft 1 ruimte met beperkte oppervlakte
- de locatie van de uitgangen zijn gekend door de gebruikers (ingangen)
- de afstand tot de uitgangen van het compartiment (aula) ligt veel lager dan wat toegelaten is in de basisnormen [1]
- de indeling van de ruimte geeft weinig aanleiding tot desoriëntatie



Figuur 5: voorbeeld distributie premovement time<sup>5</sup>



Figuur 6: loopsnelheid in rooklucht<sup>6</sup>

<sup>4</sup> reproductie figuur 3-12.1 uit SFPE handbook FPE 4th ed

<sup>5</sup> reproductie fig 3-12.2 SFPE handbook FPE 4th ed

<sup>6</sup> reproductie fig 2-4.4 SFPE handbook FPE 4th ed

De maximale temperatuur werd bepaald op 100°C. Het criterium voor de temperatuur werd afgeleid uit een publicatie van Purser in het SFPE handboek<sup>7</sup>. Hier wordt 120°C gesuggereerd als grenswaarde voor convectief huidcontact, zonder aantasting van de luchtwegen. De tijd dat personen aan deze grenswaarden zouden worden blootgesteld is beperkt. In voormelde publicatie wordt aangegeven dat binnen een tijdspanne van 30 minuten blootstelling aan 120°C geen letale gevolgen te verwachten zijn.

## Simulaties

#### Doelstelling

Berekening van de vereiste tijd die nodig is om de ondergrondse aula's, via de lobby en de brede trap tussen lobby en het evacuatieniveau, volledig te ontruimen bij volle bezetting van de aula's, rekening houdend met de impact van rook en temperatuur op de beweging van de aanwezigen.

# Validatie en verificatie De brand dynamica simulaties wer-

den uitgevoerd met Fire Dynamics Simulator (FDS) versie 5.5.3 (SVN 7051) [3]. In de validatie gids van FDS is informatie terug te vinden over de vergelijking van de berekende resultaten van het model met metingen in experimenten [4]. De validatie gids reikt onzekerheden aan in de vorm van normaalverdelingen voor berekende waarden van een bepaalde grootheid (bv. temperatuur, rookdensiteit,..). FDS+EVAC versie 2.3.1 (SVN 6977) wordt gebruikt voor de berekening van de evacuatie stromen, in combinatie met FDS 5.5.3 (SVN 7051) voor de berekening van de brand dynamica.

Met de toenemende rekenkracht van computers neemt de ontwikkeling en de complexiteit van diverse evacuatiemodellen sterk toe. Ondertussen gaan de modellen veel verder dan enkel de 'mechanische' aspecten van een stroming. In het kader van dit ar-

Wanneer gesproken wordt over 'validatie' van een CFD model worden de begrippen verificatie en validatie frequent door elkaar gehaald. Verificatie gaat over de robuustheid van het mathematisch model, welke onafhankelijk is van het scenario. Validatie gaat over de geschiktheid van de toegepaste benaderingen van fysisch wetmatigheden (bijvoorbeeld turbulentiemodellen), welke wel afhankelijk zijn van het scenario. In die zin betekent 'validatie' niet meer dan de onzekerheid te bepalen die gepaard gaat met een berekende grootheid in een bepaald scenario. Hoe meer uiteenlopende experimenten worden vergeleken met hun gesimuleerde versies, hoe breder het draagvlak van de berekende grootheden en bijhorende onzekerheden.

7 SFPE handboek, 4de editie, hoofdstuk 6, 2-141 tot 2-143



# Preventie

tikel gaan we hier niet verder op in. FDS+EVAC is een relatief eenvoudig evacuatiemodel dat echter voldoende functionaliteiten biedt om de evacuatiestromen in deze case realistisch te berekenen. Het model is gebaseerd op het *social force* model. de We verwijzen naar de beschrijving van het model in [5] voor de geïnteresseerde lezer.

De rookdichtheid (zicht) en de verspreiding van rookgassen worden door het brand dynamica model doorgegeven aan het evacuatiemodel per tijdstap. Het evacuatie model gebruikt deze waarden voor het effect van de rook op de loopsnelheid. Experimenten ter validatie van FDS+EVAC voor seated row arrangements zijn gerapporteerd in [6] en [7].

#### Uitgangspunten

De vuurhaard wordt enkel in aula 2 beschouwd omdat deze aula de grootste bezetting heeft. Er zijn geen significante verschillen te verwachten in branddynamica tussen beide aula's, omdat de hoogte, de oppervlakte en de helling nagenoeg identiek zijn. Om de invloed van de locatie (niveau) van de brandhaard te onderzoeken, werd zowel op het hoogste en het laagste vloerniveau van de aula een brand gesimuleerd.

Vermogen brandhaard per eenheid van oppervlakte (HRRPUA): aanname 250kW/m<sup>2</sup> [8]

Peak HRR: aanname oppervlakte brandhaard 3x3m [9]=> 2.25MW

De brand ontwikkelt zich volgens een kwadratische curve:

 $\dot{Q} = \alpha . t^2 met \alpha = 0.047 kW/s^2$ 

Het object is volledig bewaakt door een brandmeldinstallatie, geplaatst volgens de richtlijnen van de NBN S21-100 en addenda [10]. De rookdetectoren werken volgens het optische principe. De gevoeligheid van de detectoren bedraagt 3.28% verduistering per meter (activatie waarde).

Het object is beveiligd met een sprinklerinstallatie die voldoet aan [11], meer bepaald OH3<sup>8</sup>.

De gelijktijdige evacuatie van beide aula's in geval van brand is in principe niet nodig, gezien de compartimentering van elke aula. Toch wordt de gelijktijdige evacuatie van beide aula's meegenomen in de bepaling van de totale vluchttijd, gezien de vluchtwegen deels samenvallen.

Een brand wordt gepostuleerd in het laag gelegen deel van de aula, waarbij wordt aangenomen dat de vluchtdeuren in het laag deel niet kunnen worden gebruikt. Derhalve dient de lobby als evacuatieweg te worden gebruikt, zowel voor aula 2 waarin brand ontstaat, als voor aula 1 die ook ontruimt bij het activeren van het evacuatie signaal.

Het is aannemelijk dat het ontstaan van een brand in aula 2 onmiddellijk wordt ontdekt door de groep in dit lokaal. Derhalve wordt de detectietijd en alarmtijd daar tot nul herleid (egress time model: dt det+dt a=0). De groep in aula1 zal de brand pas met zekerheid detecteren na activatie van het evacuatiesignaal, dus na dubbele detectie in aula2. De log normale verdeling van de premovement time is van toepassing op beide groepen. De aanvang van de premovement time bij de groep in aula1 zal dus vertraagd worden met de tijd tot dubbele detectie.



Figuur 7: brand aula2 beneden, geometrie model bovenzicht



Figuur 8: brand aula2 beneden, geometrie model binnenzicht

#### Geometrie

- oppervlakte = 178m<sup>2</sup>;
- hoogte tussen vloerpeil en verlaagd plafond= variabel: min 3.0m max 7.3m;
- verlaagd plafond hellend (trapsgewijs), vloer hellend (trapsgewijs);
- deuropeningen laag deel: 2 deuren breedte 1.2m/hoogte 2.1m;
- deuropeningen hoog deel: 2 deuren breedte 1.2m/hoogte 2.9m.

Figuur 7 en Figuur 8 geven een beeld van de geometrie van het model waarbij sommige delen van de constructie onzichtbaar werden gemaakt.

De deuren die uitgeven op de lobby zijn elk 1.25m breed. De lobby meet ongeveer 9.5m bij 11m.

De opening naar de trap die naar het evacuatieniveau leidt is 4m breed, de trap zelf is ook 4m breed.

De deuren die zich beneden in de aula bevinden en de zijdeur worden niet gebruikt in deze simulatie.

De deuren worden enkel gebruikt voor de evacuatie. Dit betekent dat deze openingen geen effect hebben op de brandhaard en de brandventilatie.

De ruimte tussen twee opeenvolgende rijen van tafels bedraagt 0.6m. De ruimte tussen de wand en het uit-

einde van een tafelrij bedraagt aan beide zijden 0.9m.

#### Ventilatie

De brandventilatie start op wanneer 2 detectoren worden geactiveerd door rook. Het gebouw is uitgerust met een brandmeldinstallatie, geprojecteerd volgens de NBN S21-100 [10]. Rooklucht wordt afgevoerd via 3 extractoren in het hoogste deel van het plafond met elk 18000m<sup>3</sup>/h debiet en oppervlakte 1m<sup>2</sup>. Het totale extractiedebiet bedraagt 54.000m<sup>3</sup>/h.

Compensatielucht wordt op natuurlijke wijze aangevoerd via de kanalen van de comfortventilatie, welke uitmonden in de optreden van de trap-



Figuur 9: distributie pre-movement time

pen in de aula, zodat een horizontale inkomende luchtstroming ontstaat die verdeeld wordt over de volledige hellende vloer van de aula.

#### Parameters evacuatie model

De parameters in het evacuatie model werden niet gewijzigd ten opzicht van hun default waarden, uitgenomen de in deze paragraaf gerapporteerde parameters. Bij elke run krijgt een agent in de populatie (andere) eigenschappen toebedeeld volgens de gedefinieerde statistische verdelingen. Hierdoor krijgen de simulaties een zogenaamd stochastisch karakter, m.a.w. de uitkomst van het model zal nooit exact dezelfde zijn. Er zijn meerdere simulaties nodig waarvan het resultaat in een verdeling moet worden voorgesteld met zijn gemiddelde waarde en standaard deviatie.

#### Pre movement time

Lognormale verdeling van dt pre voor een bezetting type 'school' op basis van rapport [2]. Deze verdeling wordt toegepast over de volledige populatie.

Functie voor kansdichtheid van de lognormale verdeling:

$$f(dt \, pre; \mu, \sigma) = \frac{1}{(dt \, pre) \, \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(dt \, pre) - \mu}{\sigma} \right)}$$

Tabel 1: kenwaarden log normaal verdeling pre movement time

Verwachtingswaarde natuurlijk dt pre	μ	4.29
Standaardafwijking natuurlijk logaritme dt pre	σ	0.5
Verwachtingswaarde dt pre		83
Mediaan variabele dt pre		73
Geometrisch gemiddelde dt pre		73
Geometrische standaard deviatie dt pre		1.65

met  $\mu$  en  $\sigma$  respectievelijk de verwachtingswaarde en de standaardafwijking van de natuurlijke logaritme van de betrokken variabele.

De waarde voor dt det is gebaseerd op de tijd tot (dubbele) detectie in de geteisterde aula, wat volgt uit de resultaten van de rooksimulatie. De waarde voor dt a wordt nul verondersteld, aangezien de ontruimingsinstallatie rechtstreeks wordt aangestuurd door de detectie installatie. De rookdetectors zijn opgenomen in het model. Op het moment dat minstens 2 detectoren activeren (t<sub>o</sub>) treedt het evacuatiesysteem in werking. Vanaf dat moment start de 'reactietijd' van de personen volgens bovenvermelde distributie. De waarden op de tijd as van Figuur 5 moeten vermeerderd worden met to om overeen te stemmen met de tijd as van de simulatie.

#### Loopsnelheid zonder rook (ongehinderd)

De waarde voor de ongehinderde loopsnelheid  $v_i^0$  bedraagt 1.25m/s voor vlakke vloeren en dalende trappen. Bij hellende trappen reduceert de ongehinderde loopsnelheid tot 0.7  $v_i^0$ . Er is dus geen distributie toegepast op de populatie.





Loopsnelheid met rook (ongehinderd) De loopsnelheid wordt gereduceerd door de vermindering van zicht ten gevolge van de aanwezigheid van rook. Het zicht wordt bepaald op basis van de verduistering van licht door de rook, uitgedrukt door de uitdovingscoëfficiënt K<sup>s</sup> [m<sup>-1</sup>]. Deze waarde wordt berekend in het branddynami- $_{\rm i,min}$  van de populatie bedraagt 0.1  $v_{\rm i,min}^{\rm 0}$  . ca model. De minimum loopsnelheid

De loopsnelheid onder invloed van rook wordt uitgedrukt door:

$$v_i^0(K_s) = Max\left\{v_{i,min}^0, v_i^0\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}K_s\right)\right\}$$

Bij dikke rook (zicht=0m) blijven de personen zich bewegen aan snelheid  $v^{0}_{i,min}$  totdat verdoving optreedt door narcotische gassen. Verdoving treedt op wanneer de Fractional Effective Dose de waarde 1 nadert. De totale FED wordt berekend met concentra-



70

60

50 % obs/m

40

30

20

10 0

> 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500

rookdetectie

$$FED_{tot} = FED_{CO}.HV_{CO_2} + FED_O$$

De productie van CO wordt echter niet opgenomen in de simulatie van de branddynamica omdat enerzijds de brandbare stoffen onbekend zijn en anderzijds omdat er geen ondergeventileerde situatie kan ontstaan omdat de aula's uitgerust zijn met brandventilatie.

#### Selectie vluchtuitgangen

De uitgangen worden gedefinieerd als gekend voor de populatie, in functie van de locatie waar de brand zich voordoet. Uitgangen in de omgeving van de brandhaard worden, reeds van bij het ontstaan van de brand, geblokkeerd in het model wat resulteert in een conservatieve benadering.



%/m

Figuur 11: Aula 2 brand laag deel, meetwaarde

Meetwaarde detectoren

the low all the market

- %/m

Brandvermogen curve

tijd [s]

-%/m -

Tijd tot volledige evacuatie Tabel 2: evacuatietijd brand aula2 laag deel, Log-N (dt pre)

# simulatie	Tijd tot volledige evacuatie Aula 2	
1	197	
2	198	
3	213	
4	207	
5	201	
6	222	
7	198	
8	215	
9	189	
10	198	
11	202	
12	208	
13	212	
gemiddelde	205	
mediaan	202	
standaard deviatie	8,8	



Figuur 12: normale verdeling evacuatietijd brand aula2 beneden, Log-N (dt pre)



Figuur 13: brand aula 2 laag deel, telling personen op evacuatieniveau





Figuur 14: brand aula2 laag deel, temperatuur na 240s

Figuur 15: brand aula2 laag deel, rookdensiteit na 240s

#### Beelden

Een animatie van de simulatie is te bekijken via volgende link: http://youtu.be/9oHVengMLbE

# Discussie en conclusies

Het brandmodel is deterministisch. maar het evacuatiemodel is stochastisch. Daarom zijn de resultaten van de evacuatiesimulaties omgezet naar een normale verdeling, waarbij de gemiddelde evacuatietijd 205s bedraagt met een standaarddeviatie 8.8s, resulterend in 99% zekerheid dat de ontruiming volledig is na 231s.

In het UPD<sup>9</sup> werden criteria opgegeven voor de houdbare condities op de vluchtweg bij handberekeningen:

- Temperatuur rookgaslaag: 100°C
- Zichtlengte: 10m (overeenstemmend met rookdensiteit 3.4 E-5 kg/m<sup>3</sup>)

Op basis van de temperatuur en rookdensiteit op 231s, kunnen we concluderen dat deze criteria niet worden overschreden.

Op basis van de aannames en de resultaten van de simulatie kunnen we besluiten dat de vluchtveiligheid is gewaarborgd voor de personen die zich in aula 2 en aula1 bevinden, bij

een volle bezetting van beide aula's. We merken op dat er in het model een conservatieve benadering was door het blokkeren van de vluchtdeuren naar de gang op niveau -2, die aansluiting geven op een trapkern die rechtstreeks naar buiten leidt. Ook de zijdeur, halverwege de aula, wordt niet gebruikt.



Figuur 16: brand aula 2, laag deel, populatie t1

- **Bibliografie**[1] FOD BZ, 12 JULI 2012. Koninklijk besluit van 12 juli 2012 tot wijziging van het koninklijk besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen.
- L. Shi, "Developing a database for emergancy evacuation model," Building and Environment, nr. 44, pp. 1724-1729, 2009.
- [3] K. McGrattan, S. Hostikka en J. Floyd, Fire Dynamics Simulator (Version 5.5) User's Guide, Maryland, USA: NIST, 2010.
- K. McGrattan, S. Hostikka en J. Floyd, Fire Dynamics Simulator (version 5.5), Technical Reference Guide, Maryland, USA: NIST, 2010. [4] [5] VTT Technical Research Centre of Finland, Fire Dynamics Simulator with Evacuation: FDS+Evac - Technical Reference and User's Guide,
- 2010. [6] N. Reddy, A. Babbar en T. Korhonen, "FDS+Evac model validation for seated row arrangements," in Pedestrian and Evacuation Dynamics PED 2012, 2012.
- [7] T. Korhonen, "FDS+EVAC evacuation model: recent developments," in Proceedings, Fire and Evacuation Modeling Technical Conference, Baltimore, Maryland, 2011.
- L. Staffansson, "Selecting Design Fires, report 7032," Lund, Sweden, 2010.
- [9] NBN, "NBN S21-208-1 Brandbeveiliging van gebouwen - Ontwerp en berekening van rook-en warmteafvoerinstallaties (RWA) - Deel 1: Grote onverdeelde binnenruimten met één bouwlaag," NBN, 1995.
- [10] NBN, "NBN S21-100 + addenda: opvatting van algemene installaties voor automatische branddetectie door puntdetector," NBN, 1986.
- [11] CEN, "NBN EN 12845+A2 Fixed firefighting systems Automatic sprinkler systems Design, installation and maintenance," NBN, 2009.
- [12] FOD BZ, 30 JULI 1979. Wet betreffende de preventie van brand en ontploffing en betreffende de verplichte verzekering van de burger-
- rechtelijke aansprakelijkheid in dergelijke gevallen.. [13] B. Karlsson en J. G. Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, US, Florida: CRC Press LLC, 2000.
- [14] T. Jin, "Visibility and Human Behaviour in Fire Smoke," in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 4th ed, vol. 2, P. DiNenno, Red., Quincy, Massachusetts, NFPA, 2008, pp. 2-54 - 2-66.

9 UPD: uitgangspuntendocument