

# Bijlage 12. Data-analyse vlucht- en overlevingsmogelijkheden

## Bijlage 12. Data-analyse vlucht- en overlevingsmogelijkheden

De vlucht- en overlevingsmogelijkheden zijn bepaald aan de hand van:

- > Drie verschillende groepen
- > De tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden voor deze drie groepen (voor de eerste verdieping)
- > De percentages van grenswaarden op 20 minuten voor bepaalde situaties binnen de vlucht- en overlevingsmogelijkheden voor deze drie groepen (voor de eerste verdieping)
- > De concentraties koolstofmonoxide (voor de begane grond, tweede verdieping en derde verdieping)

De gemaakte keuzes en genomen stappen voor deze vier onderdelen worden hieronder toegelicht.

### A. Drie verschillende groepen

Het effect van de brandcondities op de vlucht- en overlevingsmogelijkheden verschilt per individu. Zoals genoemd in paragraaf 1.3.5 van het rapport zijn bepaalde subpopulaties vatbaarder voor deze condities dan andere subpopulaties en wordt een gevoeligheidsfactor (sf) gehanteerd om deze vatbaarheid te representeren. Omdat de vatbaarheid voor de condities verschilt per persoon is er in het huidige onderzoek onderscheid gemaakt tussen drie groepen aan de hand van de gevoeligheidsfactor:

- > Algemene groep,  $sf = 1$
- > Kwetsbare groep,  $sf = 0,3$
- > Zeer kwetsbare groep,  $sf = 0,1$

Gecombineerd met de grenswaarden per methode in paragraaf 1.3.5 van het rapport geeft dit de grenswaarden voor groepen, methoden en situaties in tabel 1. Deze grenswaarden worden gebruikt voor de bepaling van de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden.

Tabel 1 Overzicht van de grenswaarden volgens SFPE

Brandconditie	Methode	Belemmerend			Levensbedreigend			Fataal		
		Zeer kwetsbaar	kwetsbaar	Algemeen	Zeer kwetsbaar	kwetsbaar	Algemeen	Zeer kwetsbaar	kwetsbaar	Algemeen
Irriterende gassen	FIC/FLD	0,1	0,3	1,0	0,5	1,5	5	0,1	0,3	1,0
Verstikkende gassen	FED <sub>IN</sub>	-	-	-	0,1	0,3	1,0	0,2	0,6	2,0
Warmte	FED <sub>heat</sub>	0,1	0,3	1,0	0,8	2,4	8,0	1,2	3,6	12,0
Zicht	FEC <sub>smoke</sub>	0,1	0,3	1,0	-	-	-	-	-	-

## B. Tijden vlucht- en overlevingsmogelijkheden (eerste verdieping)

De tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden zijn voor de drie groepen berekend op basis van de per test en ruimte gemeten brandcondities warmte, zicht, irriterende gassen en verstikkende gassen. De basis voor de tijden is dan ook de meetdata uit de testen (zie bijlage 16). Er is gekeken naar de meetdata van de testen van variant 0 (deur open, deur brandruimte na 5 minuten open tot tenminste 20 minuten) en de testen van variant 1 (deur dicht, deur brandruimte open tussen 5 – 5,5 minuten, verder tot tenminste 20 minuten gesloten). De testen van variant 0 (deur open) en variant 1 (deur dicht) gelden als basis voor de vergelijking met de testen waarbij extra maatregelen zijn toegepast. Daarnaast is er ook gekeken naar de testen van variant 8 (balkondeur open en deur open, maximale ventilatie). Deze testen zijn uitgevoerd om te controleren of een open balkondeur een grote invloed heeft op de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden.

Zoals gesteld is de meetdata van de testen de basis voor de berekende tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden. Voor de betrouwbaarheid van de meetdata zijn de volgende checks gedaan:

- > De beoordeling van de meetdata op afwijkingen of andere opvallende punten die mogelijk kunnen duiden op een meetfout. De opvallende zaken in de meetdata zijn beoordeeld op hun invloed op de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden.
- > De gemeten zichtlengte in de gang is vergeleken met camerabeelden.

Na de beoordeling van de betrouwbaarheid van de meetdata de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden berekend voor de drie groepen. De tijden zijn op de volgende wijze berekend:

- > Berekenen verloop van de verschillende methoden per test, ruimte, situatie en groep.
- > Het berekenen van de tijden waarop de grenswaarde per methode wordt overschreden per test, ruimte, methode, situatie en groep.

- > Bepalen welke methode de kortste tijd tot grenswaarden oplevert.
- > Het middelen van de afzonderlijke tijden van twee meetpunten in gang 1.2 voor de twee hoogtes waarop gemeten is.
- > De kortste tijden bepalen de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden voor de desbetreffende test.
- > Indien één test is uitgevoerd voor een bepaalde variant dan zijn dit ook meteen de tijden voor die variant.
- > Wanneer meerdere testen uitgevoerd zijn voor één variant, zijn de tijden van individuele testen gemiddeld tot tijden voor één variant. Wanneer de grenswaarde niet is overschreden in de eerste 20 minuten van de test is hiervoor de tijd genomen van overschrijding na 20 minuten met als maximum 55 minuten (einde test).

Bij het berekenen van de tijden zijn de volgende keuzes gemaakt:

- > Er is gerekend met de gassen die gemeten zijn:
  - FIC (irriterende gassen): NO en NO<sub>2</sub>
  - FLD (irriterende gassen): NO en NO<sub>2</sub>
  - FED<sub>in</sub> (toxische gassen): CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>
  - FED<sub>heat</sub> (warmte): Temperatuur en straling (indien gemeten op die locatie)
  - FEC<sub>smoke</sub> (zicht): optische dichtheid (enkel in gang 1.2)
- > FIC (irriterende gassen) en FEC<sub>smoke</sub> (zicht): een eenmaal overschreden grenswaarde blijft overschreden, ook als de concentratie op een later moment weer onder de grenswaarde zakt. De zichtlengte of concentratie irriterende gassen kunnen bijvoorbeeld na enige tijd verbeteren. Hier wordt in de tijden geen rekening mee gehouden.
- > FIC (irriterende gassen): voor stikstofmonoxide (NO) is een grenswaarde van 200 ppm aangehouden voor de situatie belemmerde ontvluchting.
- > FED<sub>heat</sub> (warmte): voor de berekening van convectieve warmte is uitgegaan van een niet of licht gekleed persoon.
- > FEC<sub>smoke</sub> (zicht): voor de zichtlengte is de grenswaarde voor een kleine ruimte aangehouden (zichtlengte 5 meter).

### Analyse tijden

Bij de analyse van de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden is gekeken naar de afgeronde tijden op hele minuten, omdat er sprake is van een onzekerheid in de metingen en in de rekenmethode. Bij de analyse van de tijden is gekeken naar de eerste 20 minuten van de test (vluchtfase), omdat de inzet van de brandweer van invloed kan zijn op de verspreiding van de rook en daarmee op de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden. Naast de tijden waarop de grenswaarden voor een belemmerde ontvluchting, levensbedreigende situatie of een fatale situatie worden overschreden, is aanvullend gekeken naar de volgende onderdelen:

- > Welke brandconditie(s) zorgen voor een overschrijding van een grenswaarde. Welke brandconditie of brandcondities bepalend zijn kan inzicht geven in mogelijke oplossingsrichtingen voor het verbeteren van de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden. Elke methode voor het berekenen van vlucht- en overlevingsmogelijkheden kent enige onzekerheid. Wanneer een fatale situatie ontstaat op basis van twee methodes dan geeft dit een grotere zekerheid.
- > Of er rook is gezien op camerabeelden wanneer er geen koolstofmonoxide gemeten is. Dit is gedaan omdat er op één plek in een ruimte gassen gemeten zijn. Als er rook gezien is in een ruimte, dan kan dit toch duiden op lokale aanwezigheid van verstikkende of irriterende gassen, ondanks dat deze niet gemeten zijn.

- > De hoeveelheid rook die op camerabeelden is gezien in gang 1.1 en gang 1.3. In gang 1.1 en 1.3 is de zichtlengte niet gemeten. Op basis van de camerabeelden kan een ruwe schatting gemaakt worden of er sprake zou zijn van een belemmerde ontvluchting. Omdat het enkel om een ruwe schatting gaat is er omschreven welke mate van rook is gezien.
- > Het zicht in gang 1.2 op basis van camerabeelden voor de momenten waarop de zichtlengte in de gang weer toeneemt. Dit is gedaan omdat roetaanslag op de zichtlengtemeters van invloed kan zijn op de meting. De camerabeelden kunnen uiteraard ook beïnvloed worden door roetaanslag op de lens. Door de cross check tussen camerabeelden en de zichtlengtemeters is zo goed als mogelijk een analyse gedaan van het zicht in de gang.

## C. Percentages van grenswaarden op 20 minuten (eerste verdieping)

Naast de tijden waarop de grenswaarden voor de vlucht- en overlevingsmogelijkheden overschreden worden, is ook gekeken naar het percentage van de grenswaarden op 20 minuten voor die gevallen waarin de grenswaarde niet overschreden was. Dit percentage laat namelijk zien of bepaalde grenswaarden mogelijk *bijna* overschreden zouden worden. Hiermee wordt inzicht verkregen of een langer verblijf dan 20 minuten in een ruimte mogelijk alsnog tot een belemmerde ontvluchting, levensbedreigende situatie of een fatale situatie zou kunnen leiden. De percentages zijn op de volgende wijze berekend:

- > Er is gekeken bij welke varianten een grenswaarde niet wordt overschreden voor een bepaalde groep en ruimte. Dit is gebaseerd op de gemiddelde tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden per variant.
- > Voor die gevallen waarin een grenswaarde niet is overschreden, is per test gekeken naar het percentage van een grenswaarde per groep, ruimte en methode op 20 minuten.
- > Het hoogste percentage van de verschillende methoden per groep, ruimte en test is bepaald.
- > Wanneer meerdere testen van één variant zijn uitgevoerd, zijn de percentages van de verschillende testen een gemiddeld percentage voor die variant.

Zoals aangegeven wordt bij de berekening van de gemiddelde percentages per variant uitgegaan van het percentage op 20 minuten. Bij de berekening van de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden wordt de gemiddelde tijd berekend waarop een grenswaarde wordt overschreden. Hierdoor ontstaan in sommige gevallen verschillen tussen beide rekenmethoden. In de hierboven beschreven methode kan het voorkomen dat het gemiddelde percentage van een grenswaarde op 20 minuten groter is dan 100 %, terwijl er op basis van de gemiddelde tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden geen overschrijding is van die betreffende grenswaarde.

## D. Vergelijking tussen varianten

Bij het middelen van de tijden van meerdere testen voor één variant, is gekeken naar de verschillen tussen deze testen. Dit is gedaan om te beoordelen of er meer variabelen dan enkel de geteste variabelen (de varianten), een rol spelen in de gevonden tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden. In de vergelijking tussen de varianten is gekeken of het verschil toe te kennen valt aan de geteste variabelen of dat er mogelijk een andere variabele

van invloed is geweest. Bij grotere spreidingen is in de onderliggende meetdata gekeken naar de verschillen. De wijze waarop de vergelijking van verschillende varianten en de spreiding van verschillende testen van één variant is uitgevoerd is opgenomen in tabel 2.

**Tabel 2 Beoordelingswijze vergelijking per onderdeel**

Onderdeel	Beoordelingswijze
Overlevingsmogelijkheden brandruimte	<p>De gemiddelde tijden per variant voor het overschrijden van de grenswaarde voor een levensbedreigende en fatale situatie worden vergeleken met de gemiddelde tijd van de bijbehorende variant. Er is gekeken naar de eerste 20 minuten van de test. Hierbij gelden de volgende criteria voor de bepaling van het effect:</p> <p>Verschil -1 tot 1 minuut = gelijk            Verschil <math>&gt; 1 \leq 3</math> minuten = lichte verbetering            Verschil <math>&gt; 3</math> minuten = verbetering            Verschil is <math>\geq -1 \leq -3</math> minuten = lichte verslechtering            Verschil is <math>&gt; -3</math> minuten = verslechtering</p> <p>Bij zowel de tijden voor een levensbedreigende als een fatale situatie moet een verschil te zien zijn. Bij minstens een van de twee moet het tijdsverschil te zien zijn dat hierboven vermeld staat.</p> <p>Bij de toekenning van het effect gelden twee bijzonderheden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wanneer alle tijden van een variant vallen binnen de spreiding van de tijden van de bijbehorende variant dan is een lichte verbetering / verslechtering als gelijk beoordeeld. Dit is gedaan omdat kleine verschillen dan mogelijk niet door de geteste variabele (variant / maatregel) zelf veroorzaakt worden.</li> <li>- Als in de spreiding van de tijden en de onderliggende meetdata een aannemelijke oorzaak is gevonden (anders dan de geteste variabele zelf) voor een verschil dan wordt dit vermeld.</li> </ul>
Vluchtmogelijkheid gang 1.2	<p>De gemiddelde tijd waarop de grenswaarde voor een belemmerde ontvluchting wordt overschreden zijn vergeleken met de gemiddelde tijd van de bijbehorende variant. Er is gekeken naar de eerste 20 minuten van de test. Er is vergeleken op zowel 1,5 als 0,3 meter hoogte. Het effect is bepaald volgens dezelfde criteria als bij 'overlevingsmogelijkheden brandruimte'.</p> <p>Voor de vluchtmogelijkheden in gang 1.2 geldt dat er een lichte verbetering is toegekend als in gang 1.2 de grenswaarden na overschreden te zijn na enige tijd weer verbeterden tot de waarden die horen bij een vrije ontvluchting.</p>

Overlevingsmogelijkheden gang 1.2	De gemiddelde tijden per variant voor het overschrijden van de grenswaarde voor een levensbedreigende en fatale situatie worden vergeleken met de gemiddelde tijd van de bijbehorende variant. Er is gekeken naar de eerste 20 minuten van de test. Er is vergeleken op zowel 1,5 als 0,3 meter hoogte. Het effect is bepaald volgens dezelfde criteria als bij 'overlevingsmogelijkheden brandruimte'.
Overlevingsmogelijkheden overige woningen eerste verdieping tot 20 minuten	De gemiddelde tijden per variant voor het overschrijden van de grenswaarde voor een levensbedreigende en fatale situatie worden vergeleken met de gemiddelde tijd van de bijbehorende variant. Er is een vergelijking gemaakt voor woning 1.20, 1.24 en 1.25. Er is gekeken naar de eerste 20 minuten van de test Het effect is bepaald volgens dezelfde criteria als bij 'overlevingsmogelijkheden brandruimte'.
Percentage niet overschreden grenswaarden overige woningen eerste verdieping op 20 minuten	Het gemiddelde percentage per variant van de grenswaarde voor het overschrijden van een levensbedreigende en fatale situatie worden vergeleken met het gemiddelde percentage van de bijbehorende variant. Er is een vergelijking gemaakt voor woning 1.20, 1.24 en 1.25. Hierbij gelden de volgende criteria voor de bepaling van het effect: Verschil -20 tot 20 % = gelijk Verschil > 20 ≤ 40 % = lichte verbetering Verschil > 40 % = verbetering Verschil is ≥ -20 ≤ -40 % = lichte verslechtering Verschil is > -40 % = verslechtering Het effect wordt toegekend wanneer er of bij het percentage van de levensbedreigende of de fatale situatie aan de criteria is voldaan. Indien er bij één van beide testen een fatale situatie ontstaat in de eerste 20 minuten dan wordt dat gezien als een percentage van 100 %.
Overlevingsmogelijkheden overige verdiepingen	De gemeten concentraties koolstofmonoxide op de begane grond, de tweede verdieping en de derde verdieping zijn vergeleken met de bijbehorende variant. Als de gemeten concentraties lager zijn dan wordt er gesproken over een verbetering. Zijn de gemeten concentraties hoger dan wordt er gesproken over een verslechtering.

### Vergelijking van variant 8 met variant 0

Het effect van de open balkondeur en de open deur van de brandruimte op de tijden voor vlucht- en overlevingsmogelijkheden is bepaald door de testen van variant 8 (balkondeur open en deur open, maximale ventilatie) te vergelijken met de testen van variant 0 (deur open).