Bijlage 8 Ontruimingsnotitie

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\b.2020.1550.30.r001v003 - definitief.docx 30-06-2022

Brandveiligheid Tree House Rotterdam

datum	21 december 2022	*project*	[redacted]
vestiging	Den Haag	*betreft*	
uw kenmerk	Brandveiligheid Tree House Rotterdam	*versie*	
ons kenmerk	B.2020.1550.21.N002	*auteur*	
2e lezer/secr.	DBO	*contactpersoon*	
		e-mail/telefoon	

Toelichting gebruikte O&D berekeningen

1. Inleiding

Op verzoek van de Brand Preventie Commissie (BPC) heeft DGMR op 13 december een toelichting gegeven op de door DGMR ontwikkelde spreadsheets die DGMR gebruikt voor het bepalen van de opvang- en doorstroomcapaciteit voor het project Tree House.

DGMR heeft voor Tree House voor deze spreadsheets gekozen, omdat deze zich perfect lenen voor het inzichtelijk maken wat er per tijdstap per gebeurt tijdens een ontruiming van een gebouw. Als er weinig of niet horizontaal naar andere brandcompartimenten wordt gevlucht, maar met name rechtstreeks naar trappenhuizen met eventuele voorportalen geven deze spreadsheets voldoende inzicht in de gevolgen van de afmetingen van trappenhuizen en sluizen voor de totaalontruiming en scenario-afhankelijke ontruiming.

In tegenstelling tot programma's als OntruiMR, waarin alle mogelijke scenario's worden doorgerekend, wat leidt tot omvangrijke bijlagen voor onze rapportages, kiezen we voor hoogbouw liever voor het verkrijgen van inzicht in wat er daadwerkelijk gebeurd in de trappenhuizen. Dat maakt de spreadsheets ook beter bruikbaar als ontwerptool, omdat gelijk inzichtelijk wordt waar de doorstroom of de opvang stokt en ook gelijk kan worden gecontroleerd of het verbreden van bijvoorbeeld trappen of het vergroten van sluizen of voorportalen dan soelaas biedt.

Op verzoek van de BPC heeft DGMR deze notitie opgesteld waarin een toelichting wordt gegeven op de spreadsheets, de achtergronden en de gebruikte formules en wordt uitgelegd hoe de resultaten gelezen moeten worden.

2. Uitgangspunten en achtergronden

De spreadsheets zijn ontwikkeld parallel aan het opstellen van de NEN 6089 en de achterliggende rekenmethode is dus ook beschreven in de bijbehorende norm. Sterker nog, de figuren in de norm zijn afkomstig van deze spreadsheets. Na de verhuizing van de bepalingsmethode uit de Ministeriële regeling Bouwbesluit naar de Bouwbesluittekst zijn de spreadsheets aangepast, waarbij er een keuze kan worden gemaakt voor een berekening conform NEN 6089 of een berekening volgens de uitgangspunten uit artikel 2.108a van Bouwbesluit 2012. In het geval van Tree House is uiteraard gekozen voor een berekening conform de uitgangspunten uit artikel 2.108a van Bouwbesluit 2012. In lid 3 en 4 van dat artikel zijn de uitgangspunten voor de berekening vastgelegd:

Artikel 2.108a lid 3:

a. berekeningen worden uitgevoerd in tijdstappen van 30 seconden;
b. bij het begin van het vluchten wordt aangenomen dat alle personen in het subbrandcompartiment zich nabij de uitgangen van dat compartiment bevinden en tegelijkertijd beginnen te vluchten;
c. vluchtroutes worden tijdens het vluchten alleen in een richting benut;
d. door doorgangen en over trappen voeren de vluchtroutes niet in tegenovergestelde richting;
e. bij samenkomende vluchtroutes wordt de beschikbare doorstroom- en opvangcapaciteit op de volgende wijze verdeeld:
    1. bij samenkomst in een trappenhuis wordt 50% van de beschikbare capaciteit toegedeeld aan het bovengelegen deel van het trappenhuis. De resterende 50% wordt verdeeld over de doorstroomcapaciteit van de toegangen op die bouwlaag tot het trappenhuis;
    2. bij samenkomst in een ruimte, maar geen trappenhuis, wordt de capaciteit evenredig verdeeld over de doorstroomcapaciteit van de toegangen tot die ruimte; en
    3. als de beschikbare opvang- en doorstroomcapaciteit van de ruimte vanuit een of meer toegangen van die ruimte of het bovengelegen deel van het trappenhuis niet volledig wordt benut, wordt de restcapaciteit op de onder 1° en 2° beschreven wijze verdeeld over de resterende toegangen en het bovengelegen deel van het trappenhuis;
f. het hoogteverschil tussen bouwlagen in het trappenhuis is ten minste 2,1 m en ten hoogste 4 m;
g. de daalsnelheid is 30 seconden per bouwlaag voor zover de vluchtroute over een trap of door een trappenhuis voert;
h. de opvangcapaciteit van een trap is 0,5 persoon per trede, voor zover de breedte van de trap niet groter is dan 1,1 m;
i. de opvangcapaciteit van een trap is 0,9 persoon per trede per m breedte van die trede, voor zover de breedte van de trap groter is dan 1,1m en de breedte van het tredevlak groter is dan 0,17 m;
j. de opvangcapaciteit van een vloer of hellingbaan is ten hoogste vier personen per m² vrije vloeroppervlakte;
k. het gestelde in artikel 2.108, waarbij voor «personen» wordt gelezen: personen per minuut;
l. het gestelde in artikel 6.25, derde lid, waarbij voor «37 personen» wordt gelezen: 37 personen per minuut;
m. in afwijking van onderdeel l geldt het gestelde in artikel 6.25, derde lid, onverkort als in de ruimte voor de deur tijdens een tijdstap meer dan 37 personen aanwezig zijn;
n. brand ontstaat niet op twee of meer plaatsen tegelijk;
o. in ieder subbrandcompartiment kan brand ontstaan; en
p. de opvang- en doorstroomcapaciteit van vluchtroutes die door het bedreigde subbrandcompartiment voeren blijven buiten beschouwing.

Artikel 2.108a, lid 4:

Bij toepassing van het vierde lid, onder j, geldt voor een bijeenkomstfunctie een opvangcapaciteit van ten hoogste twee personen per m² vrije vloeroppervlakte als bij een tijdstap als bedoeld in het vierde lid, onder a, in een ruimte als bedoeld in het derde lid meer dan 200 personen aanwezig zijn en die ruimte niet door alle personen binnen 3,5 minuten kan worden verlaten.

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

3. Gebruikte rekenmethode

3.1 Algemeen

Aan het begin van de berekening (t = 0) staan op alle verdiepingen de personen die op het trappenhuis zijn aangewezen, al dan niet in de sluis, vóór de toegangsdeur tot het trappenhuis.

Het uitvoeren van elke tijdstap voor de bouwlaag verloopt van onderaf naar boven en omvat de volgende deelstappen, die binnen de tijdstap per bouwlaag indien nodig verschillende malen worden doorlopen waarbij de verplaatsingstijd van personen (in tegenstelling tot in de praktijk) niet wordt meegenomen[1].

a. Indien aan het begin van de tijdstap de opvangcapaciteit van de trap en het middenbordes niet of niet volledig is benut, kunnen mensen de 1e trede passeren vanuit het bovenbordes. Het aantal is gelijk aan de kleinste waarde van:

   - het aantal personen op het bovenbordes;
   - de restcapaciteit van trap + middenbordes (indien aanwezig);
   - de doorstroomcapaciteit van de trap x de tijdstapgrootte.

b. De opvangcapaciteit die na stap a. overblijft op het bovenbordes, wordt aangevuld vanuit de sluis en trap + middenbordes (indien aanwezig) van de bovengelegen verdieping. Hierbij mogen in beginsel evenveel personen uit de opvangruimte instromen als er personen van de trap erboven doorstromen (50 %-regel). Indien er op het bovenbordes meer plaats is dan op basis van de 50 %-regel kan worden aangevoerd, dan wordt het restant aangevuld vanuit de plaats waar nog wel personen staan. Indien de 50 %-regel leidt tot een niet-geheel aantal, dan wordt de instroom vanuit de opvangruimte naar beneden afgerond, de doorstroom vanuit de hoger gelegen trap wordt naar boven afgerond (dat houdt dus in dat de trap in dat geval voorrang krijgt).

   Het aantal personen dat uit de opvangruimte doorstroomt, is ten hoogste gelijk aan de doorstroomcapaciteit van de toegangsdeur x de tijdstapgrootte.

   Het aantal personen dat uit de bovengelegen trap doorstroomt, is ten hoogste gelijk aan de doorstroomcapaciteit van de trap x de tijdstapgrootte.

c. Stappen a. en b. worden binnen de tijdstap herhaald tot geen personen zich meer kunnen verplaatsen.

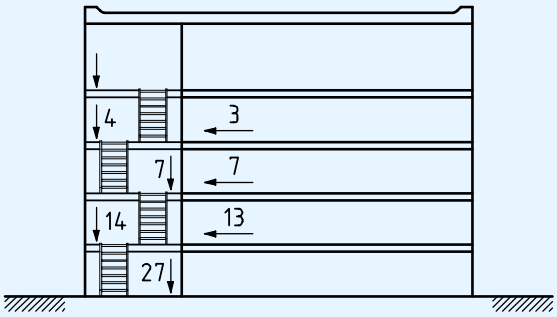
d. Achtereenvolgens worden op gelijke wijze de bovengelegen verdiepingen behandeld.

e. Na behandeling van de hoogste verdieping is de tijdstap doorgerekend, en begint de volgende tijdstap met behandeling van de begane grond.

Deze rekenmethode is in de figuur op de volgende pagina toegelicht.

[1] De keuze daarvoor hangt samen met de aanname dat de doorstroomcapaciteit bij volledig gevulde trappenhuizen in alle gevallen maatgevend zal zijn voor de ontruimingstijd en dat de daadwerkelijke tijd die personen nodig hebben om een trap af te dalen meestal sneller is (als zij dat ongehinderd kunnen doen). Wel wordt er nog gecorrigeerd dat personen niet meer dan 2 verdiepingen kunnen afdalen binnen 1 minuut.

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022



1. gerekend wordt met gehele aantallen personen
2. het aantal personen in het trappenhuis wordt afgerond
3. de doorstroomcapaciteit in het trappenhuis is 27 personen per 0,5 min.
4. Bij de 1e verdieping bedraagt de instroom vanaf de sluis 13 personen (27/2, afgerond naar beneden). Vanaf de trap komen dan 14 personen (27/2 afgerond naar boven)
5. Op de 2e verdieping stromen vanaf de opvangruimte 7 personen (14/2) het trappenhuis in. Over de trap stromen daar dan 7 personen verder naar beneden door
6. Daarna bedraagt de instroom vanuit de hoger gelegen verdiepingen op analoge wijze achtereenvolgens 3, 2 etc.

figuur 1: toelichting op de verdeling van instroom en afronding doorgestroomde personen bij de rekenmethode

3.2 Tijdstap

De rekenmethode werkt zoals voorgeschreven met vaste tijdstappen van 30 s.

3.3 Maximale verticale verplaatsing per tijdstap in een trappenhuis

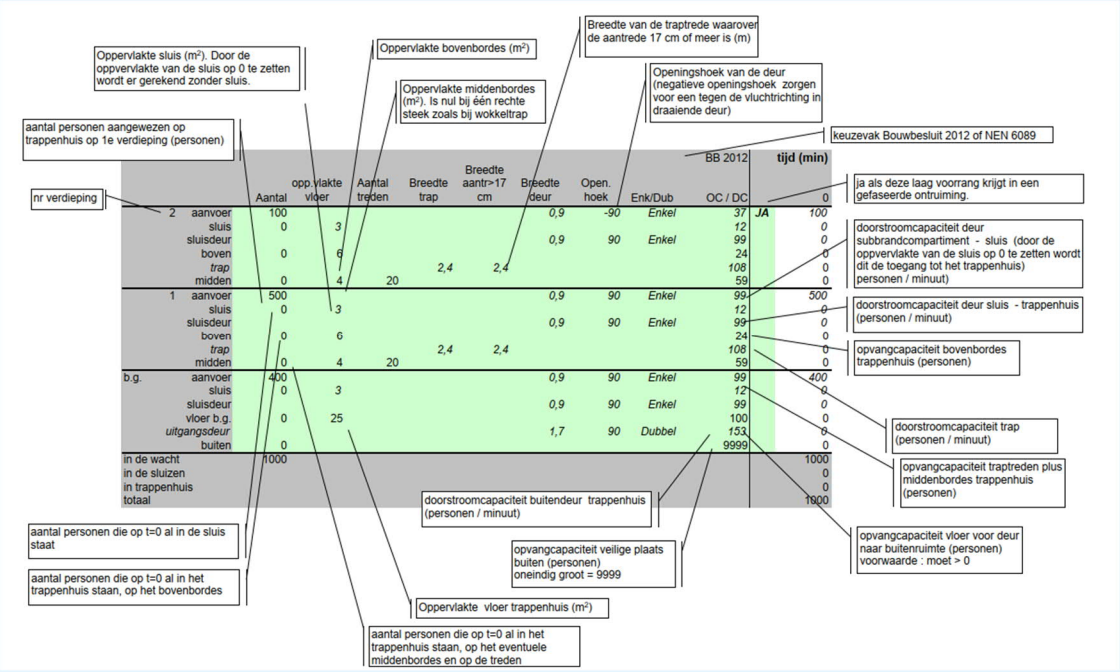
In een trappenhuis kunnen personen binnen een tijdstap van 30 s geen grotere verticale afstand afleggen dan één verdieping, oftewel ze kunnen maximaal 2 verdiepingen per minuut afdalen.

4. Invoergegevens

Via een invulblad kunnen de benodigde gegevens voor de berekening worden ingevuld. Het gaat daarbij om het aantal personen dat op een verdieping op een trappenhuis is aangewezen, de vloeroppervlakte van sluizen en bordessen, het aantal en de breedte van de treden van de trap, de vrije deurbreedte van de toegangsdeur tot het trappenhuis en een eventuele sluis, de openingshoek van die deur (i.v.m. de doorstroomcapaciteit door die deur) en of het een enkele of dubbele deur betreft. In de sheet wordt daarmee de aanwezige opvang- en doorstroomcapaciteit berekend (terug te vinden in de kolom OC/DC).

Deze gegevens zijn in de groene velden in de spreadsheets terug te vinden en worden in de figuur hieronder toegelicht.

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

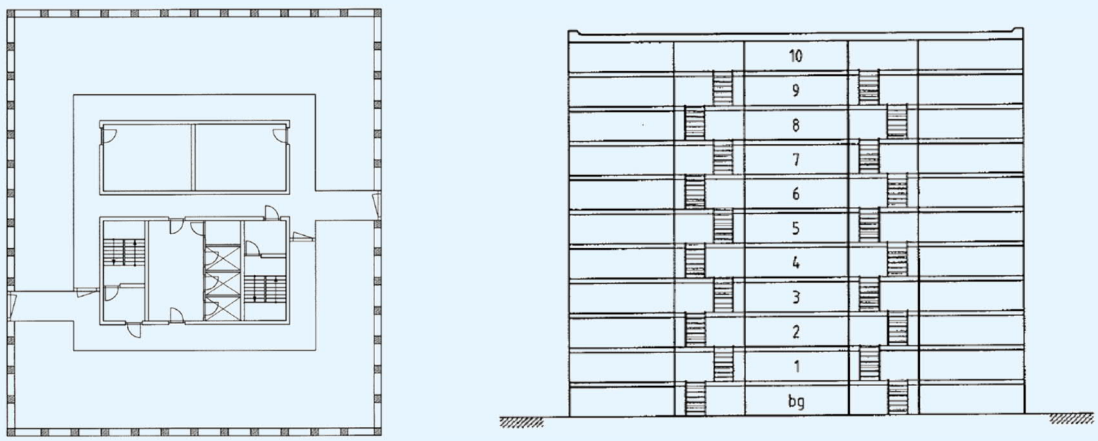


figuur 2: toelichting op de invoergegevens in de spreadsheet

5. Stappenplan berekening, toegelicht aan de hand van een voorbeeld

5.1 Voorbeeldgebouw

Het voorbeeldgebouw is een gebouw van 10 verdiepingen, met 2 trappenhuizen met boven en midden bordessen en een sluis. De kenmerkende plattegrond van een verdieping is weergegeven in de onderstaande figuur:



figuur 3: kenmerkende plattegrond en doorsnede voorbeeldgebouw

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

De trappen hebben een breedte van 1,2 m en tellen 19 treden tussen de verdiepingen. De bordessen een afmeting van 1,2 bij 2,7 m. De sluis heeft een lengte van 2,1 en een breedte van 2,7 m. De deuren die toegang geven tot de trappenhuizen en sluizen hebben een vrije deurbreedte van 0,9 m.

5.2 Stappenplan berekening

Stap 1: bepaling van het aantal personen
Volgens opgave van de architect bevinden zich per verdieping 60 personen. Een uitzondering vormt de 5e bouwlaag waar zich 334 personen bevinden. In totaal zijn er dus 874 personen aanwezig, waardoor er (uitgaande van een evenredige verdeling over de trappenhuizen, 437 personen per trappenhuis zijn aangewezen.

Stap 2: Bepaling van de opvangcapaciteit
Bordessen van de trap: 2 $\times$ 1,2 m $\times$ 2,7 m = 6,48 m^2

Aantal personen op deze bordessen = 6,48 $\times$ 4 = 25,92 → 26

Aantal personen op de trap: 0,9 $\times$ 1,2 $\times$ 19 = 20,52 → 20

De opvangcapaciteit van de trap is 46 personen per verdieping per trappenhuis. Inclusief de opvangcapaciteit van de sluis (22 personen) bedraagt de opvangcapaciteit per verdieping 68 personen.

Stap 3: Bepaling van de doorstroomcapaciteit
De doorstroomcapaciteit van de opvangruimte is 90 $\times$ 0,9 = 81 personen per min (40 personen per 0,5 min).
De doorstroomcapaciteit van het trappenhuis is 45 $\times$ 1,2 = 54 personen per min (27 personen per 0,5 min).

Controle bordessen: de opvangcapaciteit van de bordessen is kleiner dan de doorstroomcapaciteit in 1 min (81 personen). De totale opvangcapaciteit mag dus in rekening worden gebracht.

Stap 4: Verdeling van de personen over de trappenhuizen
Aangezien beide trappenhuizen even groot zijn wordt een gelijke verdeling over de trappenhuizen aangehouden. Er zijn dus op de standaard bouwlagen 60/2 = 30 personen op een vluchtroute aangewezen, op de 5e verdieping is dit 334/2 = 167 personen. Dit aantal wordt per verdieping per trap ingevuld in het invulveld onder aantal personen bij aanvoer.

Stap 5: Bepaling van de ontruimingstijd
In figuur 4 is een grafische weergave gegeven van bepalingsmethode 1 op 20 tijdstippen. Hierbij is uitgegaan van de tijdstap van 30 s (0,5 min). In de eerste kolom t = 0 wordt de beginsituatie weergeven. Op dat moment staat volgens de norm iedereen voor het trappenhuis. Na 0,5 min zijn alle bouwlagen leeg, behoudens de 5e verdieping. Dit betekent dat op de 5e verdieping de volledige capaciteit van het trappenhuis is benut en dat een deel van de personen wacht in de opvangruimte. De doorstroomcapaciteit van de trap is kleiner dan de opvangcapaciteit van de trap met bordes, zodat de doorstroomcapaciteit bepalend is (27 personen (per 0,5 min) versus 33 personen).

Ieder trappenhuisdeel in de tabel in figuur 4 kan worden gezien als een deel van de vluchtroute. In ieder deel van de vluchtroute stromen personen in en stromen personen uit. Deze

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

balansvergelijking kan worden opgelost. Hierbij wordt eerst bepaald hoeveel personen een trappenhuisdeel verlaten en vervolgens hoeveel personen erbij komen. Hierbij wordt gewerkt vanaf de begane grond naar boven toe.

Run Simulatie | Schoon Scherm | Rapport

		Aantal personen	OC / DC	F	tijd (min) 0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
10	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	7	13	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	23	14	14	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	33	33	33	33	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	10	13	13	13	13	13	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	20	14	14	14	14	14	14	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	33	33	33	33	33	33	33	33	24	7	0	0	0	0	0	0	0
5	aanvoer	167	99		167	118	91	78	65	52	39	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	9	23	23	23	23	23	23	23	23	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	40	13	13	13	13	13	13	13	13	13	10	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	0	0	0	0	0	0
4	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	23	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	23	0	0	0	0	0
3	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	0	0	0	0
2	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	2	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	2	0	0
1	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	5	0
	midden	0	33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b.g.	aanvoer	0	99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	vloer b.g.	0	40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	uitgangsdeur		*99*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	5	0
	buiten	0	9999		0	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	437	437
in de aanvoer		437			437	118	91	78	65	52	39	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in de sluizen					0	9	23	23	23	23	23	23	23	23	10	0	0	0	0	0	0	0	0
in trappenhuis					0	283	269	255	241	227	213	199	185	171	157	140	113	86	59	32	5	0	0
totaal					437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437

figuur 4: uitvoer spreadsheet bij voorbeeldberekening (totaalontruiming)

Alleen voor de tweede tijdstap wordt hieronder als toelichting een uitgebreide beschrijving gegeven.

In de kolom *t* = 1 is de situatie weergegeven na de tweede tijdstap. Op de trap tussen de begane grond en de 1e verdieping bevinden zich na 0,5 min 27 personen (rode getal achter trap op de 1e verdieping). Er stromen 27 personen via de begane grond het gebouw uit (rode getal achter uitgangsdeur op de begane grond).

Vanaf het bordes op de 1e verdieping kunnen er 27 personen instromen. Dit zijn 3 personen die nog op het bordes op de 1e verdieping stonden en 24 personen van de trap tussen de 1e en de 2e verdieping. De resterende 3 personen die op die trap tussen de 1e en de 2e verdieping stonden na

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

0,5 min staan na 1 min op het bordes van de 1e verdieping (zwarte getal 3 achter boven op de 1e verdieping).

Het aantal personen dat kan instromen wordt bepaald door de doorstroomcapaciteit van de trap. De doorstroomcapaciteit van de trap is 27 personen per 0,5 min (dus per verdieping).

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 1e en de 2e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel op de begane grond. Er stromen 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn uitsluitend afkomstig van het trappenhuisdeel tussen 2e en de 3e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 2e en de 3e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel op de 1e verdieping. Er stromen 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn uitsluitend afkomstig van het trappenhuisdeel tussen 3e en de 4e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 3e en de 4e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel. Er stromen 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn uitsluitend afkomstig van het trappenhuisdeel tussen de 4e en de 5e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 4e en de 5e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel. Er stromen 27 personen in het trappenhuisdeel. De 13 personen die op het bordes stonden (zwarte getal 13 bij boven bij tijdstap 1 (t = 0,5 min.) op de 5e verdieping) stromen door naar de onderliggende trap. Het bordes wordt weer gevuld met 13 personen in de 50 %-50 %-verdeling vanuit de sluis en de trap tussen de 5e en de 6e verdieping. Door de deur tussen sluis en trappenhuis (sluisdeur) stromen 13 personen het trappenhuis in (rode getal 13 achter sluisdeur). Binnen 0,5 min stromen deze door naar de trap tussen de 4e en de 5e verdieping. Dan vult zich nogmaals het bordes met 13 personen vanuit de sluis op dezelfde wijze, waarvan er nog 1 persoon kan doorstromen naar de trap tussen de 4e en de 5e verdieping. Vervolgens kan dan nog 1 personen toestromen naar het bordes. In totaal zijn er dus ter plaatse van de 5e verdieping 27 personen naar het bordes gestroomd, waarvan er 13 afkomstig zijn uit de sluis en 14 afkomstig van de trap tussen de 5e en de 6e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 5e en de 6e verdieping. Hier zijn zojuist 14 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel. Dit is minder dan de doorstroomcapaciteit van de trap in 0,5 min, zijnde 27 personen per 0,5 min. Op de trap tussen de 5e en de 6e verdieping is dus sowieso plaats voor 14 nieuwe personen die zijn uitgestroomd. Er kunnen maximaal 33 personen op de trap met tussenbordes staan. Met die 14 staan er weer 27 personen op de trap, zodat nog 6 personen meer kunnen doorstromen naar de trap, zonder dat de doorstroomcapaciteit van de trap wordt overschreden. Dit betekent dat er van het bordes op de 6e verdieping en de trap tussen de 6e en de 7e verdieping in totaal 20 personen zijn doorgestroomd (rode getal achter trap op de 6e verdieping). Daarvan zijn er 17 afkomstig van de trap tussen de 6e en 7e verdieping. De doorstroomcapaciteit van die trap is echter 27 personen per 0,5 min. Dit betekent dat nog 10 personen van de trap tussen de 6e en 7e verdieping kunnen doorstromen naar het bordes op de 6e verdieping (zwarte getal 10 achter boven op de 6e verdieping).
Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 6e en 7e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel tussen de 5e en 6e verdieping. Er stromen maximaal 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

uitsluitend afkomstig van het bordes op de 7e verdieping en het trappenhuisdeel tussen de 7e en de 8e verdieping. Op het bovenbordes op de 7e verdieping staan dan 3 personen, afkomstig van de trap tussen de 7e en 8e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 7e en de 8e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel tussen 6e en de 7e verdieping. Er stromen maximaal 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn uitsluitend afkomstig van het bordes op de 8e verdieping en het trappenhuisdeel tussen de 8e en de 9e verdieping. Op het bovenbordes op de 8e verdieping staan dan 3 personen, afkomstig van de trap tussen de 8e en 9^{e} verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen de 8e en de 9e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel tussen 7e en de 8e verdieping. Er stromen maximaal 27 personen in het trappenhuisdeel. Deze personen zijn uitsluitend afkomstig van het bordes op de 9e verdieping en het trappenhuisdeel tussen de 9e en de 10e verdieping. Op het bovenbordes op de 9e verdieping staan dan 3 personen, afkomstig van de trap tussen de 9e en 10e verdieping.

Vervolgens wordt gekeken naar het trappenhuisdeel tussen 9e en de 10e verdieping. Hier zijn zojuist 27 personen uitgestroomd naar het onderliggende trappenhuisdeel tussen de 8e en de 9e verdieping. Op het bovenbordes stonden na tijdstap 1 (t = 0,5 min.) nog 3 personen die nu doorstromen naar de trap tussen de 9e en 10e verdieping (rode getal achter trap op de 10^{e} verdieping).

Het is hiervoor al deels besproken, maar hieronder wordt nogmaals toegelicht wat de getallen betekenen in de uitvoer:

Als er bij een tijdstap een getal staat bij aanvoer, houdt dat in dat er nog personen voor de deur die toegang geeft tot de sluis staan. Zo staan er in dit voorbeeld op de 5^{e} verdieping na 1 minuut nog 91 personen te wachten op die verdieping. Als bij een brand op de 5^{e} verdieping een totaalontruiming wordt geactiveerd, houdt dat in dat de sluis eigenlijk te klein is en dat er voor 91 personen extra opvangcapaciteit moet worden gecreëerd. Dat zou inhouden dat de sluis met minimaal 22,75 m² moet worden vergroot, of dat er op een andere manier een veilige plek gecreëerd moet worden om de aanwezige personen veilig te laten wachten.

Als er bij een tijdstap een getal staat bij sluis betekent dat dat er na die tijdstap nog een aantal personen in de sluis staan. In dit geval staan op de meeste verdiepingen na 1 minuut geen personen meer in de sluis, behalve op de 5^{e} verdieping. Op alle overige verdiepingen kunnen de aanwezige personen meteen het trappenhuis betreden.

Als er bij een tijdstap nog personen worden weergegeven na sluisdeur, houdt dat in dat er in die tijdstap een aantal personen de deur tussen de sluis en het trappenhuis zijn gepasseerd. Dat aantal is in rood weergegeven, die personen stromen dan samen met de personen die van boven komen door in het trappenhuis en worden opgevangen op het bovenbordes, de trap en het middenbordes.

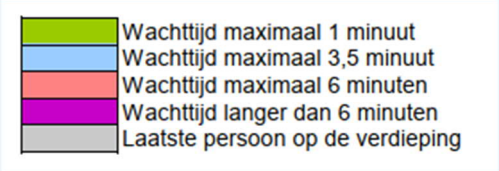
Als er bij een tijdstap nog een getal staat na boven, houdt dat in dat er op dat moment nog een aantal personen op het bovenbordes staan. Datzelfde geldt voor het getal achter midden, daar wordt weergegeven of er op de trap en het middenbordes nog een aantal personen staat. Het rode

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

getal achter trap geeft weer hoeveel personen er in die tijdstap naar beneden toe doorstromen. Het aantal op de trap en het middenbordes kan dus nooit hoger zijn dan de doorstroomcapaciteit van de trap in die tijdstap.

Op deze wijze is dus voor het gehele trappenhuis op elke verdieping zichtbaar waar de aanwezige personen zich bevinden.

De cellen in de uitvoer krijgen automatisch ook een kleur. Daarbij wordt de legenda in figuur 5 gebruikt:



figuur 5: legenda gebruikte kleuren in uitvoer van de spreadsheet

Bij het voorbeeld gebouw geven de grijze cellen dus weer wanneer het laatste moment is dat er nog personen op een verdieping aanwezig zijn en waar die personen dan staan (in de sluis, op het bovenbordes of op de trap en/of het middenbordes). Een tijdstap later hebben alle personen die verdieping verlaten. Daarmee valt uit figuur 4 af te leiden dat er na 8 minuten nog 2 personen op de trap tussen de 2^{e} en 1^{e} verdieping aanwezig zijn (of op het middenbordes) en dat iedereen het gebouw op het tijdstip 8,5 minuten heeft verlaten. Gezien het beperkte aantal personen dat in dit voorbeeld nog aanwezig is in het trappenhuis na 8 minuten (2 personen), zal de daadwerkelijke ontruimingstijd maar beperkt langer zijn dan 8 minuten, uit de sheet blijkt echter alleen dat iedereen na 8,5 minuut het gebouw heeft verlaten. Daarmee kan worden gecontroleerd of dat binnen de voor dit gebouw toegestane ontruimingstijd valt (of in het geval van hoogbouw binnen de tijd die daarvoor bij een specifiek ontruimingsconcept geldt).

De overige kleuren zijn niet relevant als een berekening voor de totaalontruiming wordt uitgevoerd. Deze zijn immers alleen relevant als er een scenario-afhankelijke berekening wordt uitgevoerd. Als in dit voorbeeld een brand op de 5^{e} verdieping wordt aangehouden als scenario, dan zouden deze kleuren wel relevant zijn. Dan blijkt dat op de vijfde verdieping na iedereen de verdieping heeft verlaten binnen 1 minuut. Er staan immers geen personen meer te wachten bij de aanvoer (toegangsdeur sluis). Sterker nog in dit voorbeeld is op die verdiepingen iedereen binnen een halve minuut al veilig in de sluis of het trappenhuis.

Op de vijfde verdieping is te zien dat er na 1 minuut nog 91 personen staan te wachten. En dat er na 4 minuten nog 13 personen staan te wachten voor de deur die toegang geeft tot de sluis. Om deze personen veilig te laten wachten zouden deze zich achter een 30 minuten brandwerende scheiding moeten bevinden, waar ze vervolgens niet langer dan 6 minuten mogen wachten. In dit voorbeeld is iedereen na 5,5 minuut in het trappenhuis (na 5 minuten staan er nog 10 personen in de sluis te wachten), waarmee aan die maximale wachttijd wordt voldaan. De personen staan na 1 minuut echter nog niet veilig, waardoor de sluis zoals eerder aangegeven zou moeten worden vergroot, of de verdieping zou moeten worden onderverdeeld in 2 compartimenten, zodat de personen op de verdieping op een veilige plek kunnen wachten.

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

De kleurcodering werkt dan als volgt. Als op een verdieping cellen niet kleuren of alleen groen, dan houdt dat in dat iedereen binnen 1 minuut het trappenhuis of de sluis heeft betreden en er geen aanvullende maatregelen nodig zijn. In dat geval zou de sluis voor het trappenhuis ook geen brand- of rookwerendheid hoeven te hebben.

Als op een verdieping cellen groen en blauw kleuren, dan is de wachttijd langer dan 1 minuut en moeten de personen die na 1 minuut nog staan te wachten worden opgevangen in een ten minste rookwerend afgeschermde sluis.

Als op een verdieping cellen groen, blauw en rood kleuren, dan is de wachttijd langer dan 3,5 minuut en moeten de personen die na 1 minuut nog staan te wachten worden opgevangen in een ten minste 30 minuten brandwerend afgeschermde sluis.

Als op een verdieping cellen groen, blauw, rood en paars kleuren, dan is de wachttijd langer dan 6 minuten en wordt niet aan de eisen uit het Bouwbesluit betreffende wachttijden voldaan.

Stap 5: bepaling brandscenario's
In dit voorbeeld zijn er twee scenario's die interessant zijn door te rekenen. Het betreft de situatie waarbij er brand is op de 5e verdieping, en de situatie waarbij er brand is op een van de andere bouwlagen, aangezien die alle gelijk zijn.

Stap 6: verdeling van personen over vluchtroutes bij een brandscenario
Aangezien beide trappenhuizen een gelijke capaciteit hebben wordt ervan uitgegaan dat de verdeling van personen evenredig is over de vluchtmogelijkheden. In dit voorbeeld is de 5^{e} verdieping onderverdeeld in een tweetal subbrandcompartimenten omdat uit de berekening van de totaalontruiming al bleek dat niet alle personen op de 5^{e} verdieping kunnen worden opgevangen in de sluizen voor de trappenhuizen.

Voor de situatie waarbij brand wordt verondersteld op de vijfde verdieping geldt dan dat de aanwezige personen in het direct bedreigde subbrandcompartiment zich verdelen over de trap die in dat subbrandcompartiment uitkomt, en het andere subbrandcompartiment. Er wordt dan dus een trap belast met 167 + 167/2 = 251 personen en een trap met 84 personen (beide naar boven afgerond).

Bij de trap met die 84 personen blijkt uit een herziene berekening (zie figuur 6) dat er na 1 minuut nog 8 personen staan te wachten. Dat is te verklaren omdat er binnen 0,5 minuten slechts 49 personen de sluis kunnen betreden (in verband met de doorstroomcapaciteit van de deur naar de sluis), waarvan er dan 40 doorstromen het trappenhuis in. In de tijdstap daarna kunnen er nog maar 13 personen de trap instromen (omdat er ook instroom van boven komt) en 23 personen opgevangen worden in de sluis. Daardoor staan er na 1 minuut nog 84-40-23-13=8 personen te wachten.

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

Run Simulatie | Schoon Scherm | Rapport

		Aantal personen	OC / DC	F	tijd (min) 0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
10	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	7	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	23	14	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	33	33	33	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	10	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	20	14	14	22	27	26	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	33	33	33	33	33	32	5	0	0	0	0	0	0	0
5	aanvoer	84	99		84	35	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	9	23	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	40	13	13	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	13	13	13	13	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	18	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	18	0	0	0	0	0	0
4	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	21	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	21	0	0	0	0	0
3	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	24	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	24	0	0	0	0
2	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	0	0	0
1	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	3	0
	midden	0	33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b.g.	aanvoer	0	99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	vloer b.g.	0	40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	uitgangsdeur		*99*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	3	0
	buiten	0	9999		0	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	354	354
in de aanvoer		354			354	35	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in de sluizen					0	9	23	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in trappenhuis					0	283	269	255	241	219	192	165	138	111	84	57	30	3	0	0
totaal					354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354

figuur 6: trappenhuis bij het toewijzen van 84 personen op de 5e verdieping

Het uiteindelijke aantal dat op deze trap is aangewezen zal daarom iets naar beneden moeten worden bijgesteld (naar 76 personen). Uit figuur 7 (op de volgende bladzijde) blijkt dat er dan na 1 minuut niemand meer in het bedreigde compartiment staat te wachten en dat het aantal personen in de sluis niet langer staat te wachten dan 1,5 minuut.

Dat houdt in dat het aantal personen dat op het andere trappenhuis is aangewezen en in het andere subbrandcompartiment moet wachten iets wordt verhoogd naar 259 personen. De uitvoer van de spreadsheet voor dat aantal is weergegeven in figuur 8.

Bij een brand op een standaard bouwlaag is een dergelijke aanpassing in subbrandcomparitmenten niet nodig. Uit de berekening van de totaalontruiming bleek namelijk al dat iedereen daar binnen 1 minuut het trappenhuis kan betreden. Om dezelfde reden is dan ook geen andere verdeling van personen over de trappenhuizen nodig dan een evenredige verdeling.

Run Simulatie | Schoon Scherm | Rapport

		Aantal personen	OC / DC	F	tijd (min) 0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
10	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	23	17	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	33	33	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	10	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	20	14	17	27	27	18	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	33	33	33	33	33	24	0	0	0	0	0	0	0
5	aanvoer	76	99		76	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	9	23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	40	13	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	13	13	13	13	13	13	13	10	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	10	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	10	0	0	0	0	0
4	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	13	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	13	0	0	0	0
3	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	16	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	16	0	0	0
2	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	19	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	19	0	0
1	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	22	0
	midden	0	33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b.g.	aanvoer	0	99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	vloer b.g.	0	40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	uitgangsdeur		*99*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	22	0
	buiten	0	9999		0	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	346	346
in de aanvoer		346			346	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in de sluizen					0	9	23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in trappenhuis					0	283	269	255	238	211	184	157	130	103	76	49	22	0	0
totaal					346	346	346	346	346	346	346	346	346	346	346	346	346	346	346

figuur 7: trappenhuis bij het toewijzen van 76 personen op de 5e verdieping

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

Run Simulatie | Schoon Scherm | Rapport

tijd (min)

		Aantal personen	OC / DC	F	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
10	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	7	13	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	23	14	14	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	33	33	33	33	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	10	13	13	13	13	13	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	20	14	14	14	14	14	14	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	33	33	33	33	33	33	33	33	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	aanvoer	259	99		259	210	183	170	157	144	131	118	105	92	79	66	49	22	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	9	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	18	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	40	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	17	27	27	16	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	4	0	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	4	0	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	4	0	0	0	0	0
4	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	7	0	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	7	0	0	0	0
3	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	10	0	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	10	0	0	0
2	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	13	0	0
	midden	0	33		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	13	0	0
1	aanvoer	30	99		30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	boven	0	13		0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
	trap		*54*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	16	0
	midden	0	33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b.g.	aanvoer	0	99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluis	0	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sluisdeur		99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	vloer b.g.	0	40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	uitgangsdeur		*99*		0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	16	0
	buiten	0	9999		0	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432	459	486	513	529	529
in de aanvoer		529			529	210	183	170	157	144	131	118	105	92	79	66	49	22	0	0	0	0	0	0	0	0
in de sluizen					0	9	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	18	0	0	0	0	0	0	0
in trappenhuis					0	283	269	255	241	227	213	199	185	171	157	143	133	133	133	124	97	70	43	16	0	0
totaal					529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529

figuur 8: trappenhuis bij het toewijzen van 259 personen op de 5e verdieping

Stap 7: bepaling van de opvangtijd.

Uitgaande van de in stap 6 bepaalde verdeling van personen op de 5e verdieping zijn de berekeningen nogmaals uitgevoerd. De resultaten zijn gepresenteerd in figuur 7 en 8. Op alle verdiepingen wordt bij dit voorbeeld uitgegaan van de scenario-onafhankelijk verdeling van personen, alleen op de verdieping waar de opvangtijd wordt onderzocht wordt uitgegaan van een afwijkende verdeling, deze is in stap 6 bepaald.

Uit deze berekening waarbij er 76 personen zijn toegewezen aan het trappenhuis op de 5e verdieping (zie figuur 7) blijkt dat iedereen het bedreigde compartiment in 1 minuut heeft verlaten en dat iedereen de sluis tussen de 1,5 en 2 minuten heeft verlaten. Daarmee bedraagt de wachttijd in de sluis dus minder dan 2 minuten, waardoor voor de bescherming van de sluis kan worden volstaan met een rookwerende scheiding. De totale ontruimingstijd bij dit scenario is uiteraard korter en bedraagt iets minder dan 6,5 minuut. Bij de scenario-afhankelijke berekening is de totale ontruimingstijd echter niet relevant, maar wordt louter de wachttijd getoetst.

Uit de berekening waarbij er 259 personen zijn toegewezen aan het trappenhuis op de 5e verdieping zijn toegewezen (zie figuur 8) blijkt dat in de opvangruimte in het niet direct bedreigde subbrandcompartiment na 1 minuut nog 210 personen staan te wachten. De laatste personen kunnen pas ergens tussen de 6,5 en 7 minuten de sluis betreden en vervolgens kunnen de laatste

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022

18 personen die zich na 7 minuten nog in de sluis bevinden pas het trappenhuis betreden. Deze bevinden zich na 7,5 minuten allemaal in het trappenhuis. De wachttijd loopt hierdoor op tot meer dan 6 minuten, hetgeen niet is toegestaan. Uiteraard neemt ook de totale ontruimingstijd bij trappenhuis toe, in dit geval tot iets minder dan 10 minuten. Bij de scenario-afhankelijke berekening is de totale ontruimingstijd echter niet relevant, maar wordt louter de wachttijd getoetst.

Stap 8: beoordeling opvang- en doorstroomcapaciteit
Uit de scenario-onafhankelijke berekening (stap 4) blijkt dat de trappenhuizen 8,5 minuut leeg zijn. De toelaatbare ontruimingstijd is in dit geval 20 minuten (trappenhuis met sluis). De doorstroomcapaciteit is dus voldoende. Uit de scenario-afhankelijke berekening (stap 7) blijkt dat de opvangtijd voor één van beide trappen meer dan 6 minuten bedraagt op de zwaar belaste 5e verdieping. De doorstroomcapaciteit is in dat geval dus niet voldoende. In dit voorbeeld zal de bezetting op de 5e verdieping dus met 49+23 = 72 personen moeten worden verlaagd, om de wachttijd te verlagen tot minder dan 6 minuten. Andere opties zijn het verbreden van de trappen of het toevoegen van een extra trappenhuis tussen de 5^{e} en 4^{e} verdieping. Als laatste kan er ook voor worden gekozen om een gefaseerde ontruiming toe te passen van de brandverdieping en wellicht de direct aanpalende verdiepingen.

6. Ten slotte

DGMR hoopt in deze notitie de werking van de gebruikte spreadsheets voor de bepaling van de opvang- en doorstroomcapaciteit van Tree House in afdoende mate te hebben toegelicht. In het integraal plan brandveiligheid is een specifieke toelichting opgenomen voor de scenario's die binnen Tree House zijn doorgerekend.

[redacted]

I:\prj\b\2020\155000 tree house\01 - ohw\brandveiligheid\20221214 ipb v003 def ao\bijlage 8 notitie onderbouwing ontruiming\bijlage 8 b.2020.1550.21.n002.docx 22-12-2022