

Rapportage NEN 6060

Brandveiligheid van grote brandcompartimenten

t.b.v. een vleesvarkensstal aan de

Dijkerheideweg 9 te Horst

In opdracht van Reijnders Fokvarkens
Dijkerheideweg 3
5961 NC Horst

Contactpersoon Reijnders Fokvarkens

Auteur ing. L.H.M.N. Coenen
Adviseur Brandbeheersing

 Geling Advies
Burg. Wijtvljetlaan 1 te De Rips
Postbus 12
5845 ZG Sint Anthonis

 0493 - 59 75 00

 0493 - 59 75 09

 lcoenen@gelingadvies.nl

 www.gelingadvies.nl

Projectnummer 17480M102B

Status definitief

Datum dinsdag 27 november 2018

© NOVEMBER '18

ALLE RECHTEN VOORBEHOUDEN. NIETS UIT DEZE UITGAVE MAG WORDEN VERVEELVONDIGD DOOR MIDDEL VAN DRUK, FOTOKOPIE, MICROFILM, GELUIDSBAND, ELEKTRONISCH OF OP WELKE ANDERE WIJZE DAN OOK, EN EVENMIN IN EEN GEAUTOMATISEERD GEGEVENSBESTAND WORDEN OPGESLAGEN, ZONDER VOORAFGAANDE SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN GELING ADVIES.

AAN DE INHOUD VAN DIT RAPPORT KUNNEN GEEN RECHTEN WORDEN ONTLEEND. GELING ADVIES VERWERPT ELKE AANSPRAKELIJKHEID VOOR EEN ANDER GEBRUIK VAN DEZE TEKST DAN VOOR DE SITUATIE WAARVOOR HIJ WORDT UITGEBRACHT. DE INFORMATIE IN DEZE TEKST IS ONDER VOORBEHOUD EN KAN VERANDERD WORDEN ZONDER VOORAFGAANDE KENNISGEVING.

1	Inleiding.....	3
1.1	DOEL	3
1.2	UITGANGSPUNTEN	3
2	Projectomschrijving.....	4
3	Controle toepassingsgebied.....	5
4	Bepaling vuurbelasting.....	9
4.1	PERMANENTE VUURBELASTING	10
4.2	VARIABELE VUURBELASTING	11
4.3	GEMIDDELDE VUURBELASTING	12
5	Controle grootte brandcompartiment.....	13
6	Brandwerendheid van de omhulling.....	14
6.1	MAATGEVENDE VUURBELASTING (Q_M)	15
6.2	VASTSTELLING WBDBO-EIS	17
6.3	BEPALING WBDBO-TOESLAG	18
7	Controle brandwerendheid gevels/vloeren.....	19
8	Conclusie.....	23

BIJLAGEN

BIJLAGE 1	Situatietekening
BIJLAGE 2	Berekening hoeveelheden
BIJLAGE 3	Berekening afstandbijdrage



1 Inleiding

1.1 Doel

Het doel van deze rapportage is het aandragen van een gelijkwaardige oplossing zodat het gewenste brandcompartiment qua grootte en brandoverslag voldoet. Daarbij wordt onderzocht welke maatregelen nodig zijn om dit te waarborgen.

1.2 Uitgangspunten

In het bouwbesluit 2012 wordt een maximaal gebruiksoppervlak van het brandcompartiment gesteld van 2.500 m². Omdat in dit geval het gebruiksoppervlak van het brandcompartiment boven de 2.500 m² ligt, dient op een andere wijze de gelijkwaardigheid aangetoond te worden. Bij het bepalen van de maximale grootte van het brandcompartiment en de Weerstand tegen Brand Doorslag en Brand Overslag (verder: WBDBO) wordt in dit geval gebruik gemaakt van de NEN 6060 “Brandveiligheid van grote brandcompartimenten” (verder: NEN 6060).

De vuurbelasting wordt berekend met behulp van de verbrandingswaarden komende uit de volgende bronnen:

- NEN 6090 Bepaling van de vuurbelasting
- Fire Protection Handbook, NFPA (2008)
- Vuurbelasting in industriegebouwen, Nibra (1997)
- Efectis-rapport R0894 (2007), Onderzoek brand parkeergarage Lloydstraat, Rotterdam
- Handreiking Grote Brandcompartimenten, uitgave ministerie VROM 2007
Achtergronden bij de Handreiking Grote Brandcompartimenten, VROM 2007

De volgende documenten/tekeningen zijn gebruikt bij de totstandkoming van deze rapportage:

Bouwaanvraag:

Projectnr.: 1748OM102B	Tekeningnr.: 01/05	d.d. 13-09-2018
Projectnr.: 1748OM102B	Tekeningnr.: 02/05	d.d. 13-09-2018
Projectnr.: 1748OM102B	Tekeningnr.: 03/05	d.d. 31-10-2018
Projectnr.: 1748OM102B	Tekeningnr.: 04/05	d.d. 13-09-2018
Projectnr.: 1748OM102B	Tekeningnr.: 05/05	d.d. 13-09-2018

Milieuvergunningaanvraag:

Projectnr.: 1748WM07	Tekeningnr.: 01/02	d.d. 15-04-2013
----------------------	--------------------	-----------------



2 Projectomschrijving

Het betreft de nieuwbouw van een vleesvarkensstal nabij bestaande stallen met een totaal gebruiksoppervlak van 2.933,7 m².

De hoofddragconstructie bestaat uit stalen spanten. Het dak wordt gedragen door stalen gordingen. Het dak en een gedeelte van de gevels van de nieuwbouw zijn sandwichelementen (geïsoleerde profielbeplating). De rest van de wanden bestaan uit geïsoleerde betonpanelen.

Er ligt een technische ruimte in de stal. Deze bevindt zich in een apart brandcompartiment. Om de werkbaarheid te waarborgen in de stal is het noodzakelijk dat de rest van de stal als één brandcompartiment wordt uitgevoerd.

Voor brandbaar materiaal welk in het brandcompartiment aanwezig is en niet bij de hoeveelheden verderop in het rapport genoemd wordt, is een post onvoorzien opgenomen van 10% boven op de variabele vuurbelasting.

3 Controle toepassingsgebied

De methode NEN 6060 geeft een aantal standaardoplossingen die voldoen aan de functionele eis ter beperking van uitbreiding van brand. Deze zijn vorm gegeven in 4 maatregelpakketten. Deze maatregelpakketten zijn genummerd van I t/m IV. De pakketten stellen verschillende eisen/beperkingen aan het gebruik van het betrokken brandcompartiment (hoofdstuk 7 van NEN 6060).

Korte opsomming maatregelpakketten (hoofdstuk 7 van NEN 6060):

- maatregelpakket I: basispakket,
- maatregelpakket II: RWA-detectie,
- maatregelpakket III: bulkopslag,
- maatregelpakket IV: sprinklerinstallatie.

Op de volgende pagina staat een checklist waarin de brandcompartimenten getoetst worden aan de eisen/beperkingen van deze maatregelpakketten. Deze eisen/beperking komen uit hoofdstuk 7 van NEN 6060. Aan de hand van deze checklist wordt bepaald welke maatregelpakketten toepasbaar zijn en welk maatregelpakket uiteindelijk gekozen wordt.



Checklist voor het toepassingsgebied (conform hoofdstuk 7 van NEN 6060:

Voorwaarden	Toelichting	Akkoord			
		I	II	III	IV
Nieuwbouw/bestaande bouw.	Nieuwbouw.	V	V	V	V
Gevaarlijke stoffen (zie voorts bij stapeling).	Niet aanwezig.	V	V	V	V
Gebruiksfunctie van NEN 6060-compartimenten.	Industriefunctie.	V	V	V	V
Geen (ingebbede) slaapfunctie.	Geen slaapfunctie in het gebouw.	V	V	V	V
Inbedding van functies kantoor, onderwijs, sport winkel of overige gezondheidszorg.	Geen van deze functies bevinden zich in dit NEN 6060-compartiment.	V	V	V	V
Bulkopslag.	Is niet aan de orde in het plan. Pakket III is niet toepasbaar.	V	V	X	V
Dierverblijf	Dierverblijf aanwezig (totaal=2359,5m ²).	V	V	X	V
In één gebouw.	Het NEN 6060-compartiment ligt in één gebouw.	V	V	V	V
Enkelvoudige verbindingen: - pakket I: onbeperkt; - pakket II: onbeperkt; - pakket III: geen; - pakket IV: onbeperkt.	2 enkelvoudige verbindingen.	V	V	X	V
Maximale hoogte: 15 m voor maatregelpakket I, II en III	De grootste hoogte is 11,3 m.	V	V	V	V
Gebruiksoppervlakte op verdiepingen: - pakket I en II: max. 50%; - pakket III: nihil; - pakket IV: "vrij".	Er zijn geen verdiepingen aanwezig.	V	V	V	V
Stapeling van NEN 6060-compartimenten: - pakket I en II maximaal 1; - pakket III: geen; - pakket IV: "vrij". - gezamenlijke hoogte: 15m, behalve voor pakket IV.	Er vindt geen stapeling plaats van NEN 6060-compartimenten, dus niet van toepassing.	V	V	V	V
Maximale vuurbelasting bij gestapelde compartimenten: - pakket I en II: q _m 240-Wt kg vh/m ² ; - pakket III: n.v.t.; - pakket IV: q 240 kg vh/m ² .	Er vindt geen stapeling plaats van NEN 6060-compartimenten, dus niet van toepassing.	V	V	V	V
Gevaarlijke stoffen bij stapeling: minimaal conform vigerend beleid.	Er vindt geen stapeling plaats van NEN 6060-compartimenten, dus niet van toepassing.	V	V	V	V
Stapelen van brandcompartimenten op een NEN 6060-compartiment.	Er vindt geen stapeling plaats van NEN 6060-compartimenten, dus niet van toepassing.	V	V	V	V
Functiebependingen in de bovenbouw.	Er vindt geen stapeling plaats van NEN 6060-compartimenten, dus niet van toepassing.	V	V	V	V
Toepasbaarheid Methode NEN 6060		V	V	X	V

V = toegestaan; X = niet toegestaan



In dit geval wordt gebruik gemaakt van maatregelpakket I (basispakket). Omdat het een dierverblijf betreft komen er nog een aantal extra randvoorwaarden bij. Dit is afhankelijk van in welk sub maatregelpakket deze valt. Het houden paarden komt het dichtst in de buurt bij de categorie rundvee. De gebruiksoppervlakte van de vleesvarkensstal bedraagt 2.933,7 m². In tabel J.1 van bijlage J is af te lezen onder welk sub maatregelpakket de paardenstal valt. Dit betekent dat de stal valt onder het sub maatregelpakket MP_{varkensstal} A.

Tabel J.1 — Maximaal toelaatbare omvang van de grote veestal

Maatregelpakket	Maximale omvang (m ²)
MP _{rundveestal} A	3 950
MP _{rundveestal} B	5 750
MP _{rundveestal} C	6 650
MP _{varkensstal} A	3 525
MP _{varkensstal} B	4 900
MP _{varkensstal} C	5 600
MP _{pluimveestal} A	3 825
MP _{pluimveestal} B	4 900
MP _{pluimveestal} C	5 400

De volgende voorwaarden gelden voor het sub maatregelpakket MP_{varkensstal} A:

Bijlage J, Art. J.8.2: Maatregelpakket A voor rundveestal, varkensstal en pluimveestal

Dit maatregelenpakket omvat de volgende maatregelen:

- 1 x per 5 jaar een periodieke keuring, volgens NEN 3140;
- Kabels en andere onderdelen van de elektrische installaties worden op onbrandbare ondergrond aangebracht;
- kabels van de installatie worden gelegd in draadgoten tegen ongedierte;
- verlichting wordt op onbrandbare ondergrond aangebracht;
- elektromotoren zijn beveiligd tegen overbelasting;
- werkzaamheden worden zoveel mogelijk uitgevoerd in een werkplaats die gelegen is in een ander brandcompartiment;
- opnemen van een rookverbod;
- bewustwording van brandrisico's

Maatregelpakket I kent de volgende kenmerken (hoofdstuk 7 van NEN 6060):
Uitgangspunten: Nieuwbouw en industrie.

- 1) Maximale vuurlast van 600.000 kilogram vurenhout in het compartiment. De grootte van het maximaal toelaatbare brandcompartiment volgt dan uit de volgende formule:

$$A_{\max} = 600.000 \text{ kg vh} / q$$

q: Gemiddelde vuurbelasting in kg vurenhout per vierkante meter gebruiksoppervlak.
A_{max}: Maximale grootte in vierkante meters gebruiksoppervlak.

In hoofdstuk 4 wordt de gemiddelde vuurbelasting bepaald. Daarna wordt in hoofdstuk 5 bepaald of de brandcompartimentsgrootte voldoet aan de hierboven staande formule.

- 2) WBDBO-eis aan de omhulling. Dit is de Weerstand tegen Brand Doorslag en Brand Overslag. De eis bedraagt minimaal 60 minuten en maximaal 240 minuten. Deze eis wordt als volgt bepaald:

$$W_e = q_m + W_t$$

W_e: WBDBO-eis
q_m: Maatgevende vuurbelasting in kg vurenhout per vierkante meter over ongunstigste 1000 m² van het brandcompartiment.
W_t: Een extra eis in minuten die varieert tussen de 0 en 60 minuten. Deze toeslag hangt af van de maatgevende vuurbelasting, de afstand tot de aangrenzende gevel en de grootte van de betrokken gevel of brandmuur in m².

In hoofdstuk 6 wordt de WBDBO-eis per gevel bepaald. Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 de aanwezige brandwerendheid per gevel bepaald. Hieruit volgt welke gevel brandwerend uitgevoerd dient te worden.

- 3) Eisen aan de verbindingen tussen brandcompartimenten. Deze mogen enkele zelfsluitende constructies zijn met minimaal de zelfde WBDBO als de scheidingswand waar ze in zitten.

4 Bepaling vuurbelasting

Ter bepaling van maximaal toegestane brandcompartimentsgrootte dient vooraf de gemiddelde vuurbelasting in kg vurenhout per m² bepaald te worden. De gemiddelde vuurbelasting staat voor de hoeveelheid warmte die per vierkante meter gebruiksoppervlakte vrijkomt bij volledige verbranding van alle aanwezige brandbare materialen. De gemiddelde vuurbelasting bestaat uit de som van de permanente vuurbelasting en de variabele vuurbelasting per brandcompartiment. De permanente vuurbelasting is de vuurbelasting van de constructieonderdelen van een gebouw of ruimte. De variabele vuurbelasting is de rest van het brandbaar materiaal.

In paragraaf 4.1 en 4.2 zijn per brandcompartiment de verschillende vuurbelastingen berekend. In paragraaf 4.3 zijn per brandcompartiment de gemiddelde vuurbelasting berekend. Gedetailleerde berekeningen van de vuurbelastingen zijn te vinden in bijlage 2.



4.1 Permanente vuurbelasting

Permanente vuurbelasting				Projectnummer:
				17480M102B
Gebouw:	vleesvarkensstal			
Oppervlakte:	2.933,7	m ²		
Materiaal	verbrandingswaarde (MJ/eenheid)	eenheid	hoeveelheid	verbrandingswaarde (MJ)
elektrische bekabeling/armaturen	19	m2	2.933,7	55.740,30
deur, massief	450	m2	46,0	20.700,00
kunststof raamprofiel lichtstraat	31	kg	181,5	5.626,50
ventilator luchtwasser	36,5	st	6	219,00
luchtwasser (kunststof)	271.225	st	1	271.225,00
isolatie dak, (PIR)	26,3	kg	3.863,0	101.597,79
meetsmoorunit	155	st	11	1.705,00
isolatie luchtkanaal, (PIR)	26,3	kg	4.097,2	107.755,94
isolatie plafond, (PIR)	26,3	kg	3.012,4	79.227,32
houten regelwerk plafond	19	kg	7.987,6	151.763,88
houten regelwerk luchtinlaat	19	kg	943,2	17.921,56
isolatie topgevel, (PIR)	26,3	kg	389,9	10.253,84
PVC hemelwaterafvoer	19	kg	127,6	2.424,59
houten regelwerk topgevel	19	kg	2.260,4	42.947,82
isolatie luchtinlaat, (PUR-schuim)	26,1	kg	218,8	5.710,42
betonplex klep luchtinlaat	19	kg	134,4	2.553,60
kunststof binnenwanden	19	kg	11.235,5	213.474,50
				+
Totale permanente verbrandingswaarde:		MJ		1.090.847,07
				/
				2.933,70
				=
Permanente verbrandingswaarde:		MJ/m ²		371,83
				/
				19,00
				=
Permanente vuurbelasting:		kgVh/m ²		19,57

(Exacte berekening hoeveelheden zie bijlage 2.)



4.3 Gemiddelde vuurbelasting

Gemiddelde vuurbelasting				Projectnummer:
				17480M102B
Gebouw:	vleesvarkensstal			
Oppervlakte:	2.933,7	m ²		
Materiaal		eenheid		verbrandingswaarde (MJ)
Totale permanente verbrandingswaarde:				1.090.847,07
Totale variabele verbrandingswaarde:				334.350,85
				+
Totale gemiddelde verbrandingswaarde:				1.425.197,92
				/
				2.933,70
				=
Gemiddelde verbrandingswaarde:		MJ/m ²		<u>485,80</u>
				/
				19,00
				=
Gemiddelde vuurbelasting (q):		kgVh/m ²		<u>25,57</u>
A * vuurbelasting < 600.000 * M				
A < (600.000 * M) / vuurbelasting				
A < (600.000 * 1) / 25,57				
	A <	23.466,3	m ²	
	2.933,7 <	23.466,3	m ²	OK

5 Controle grootte brandcompartiment

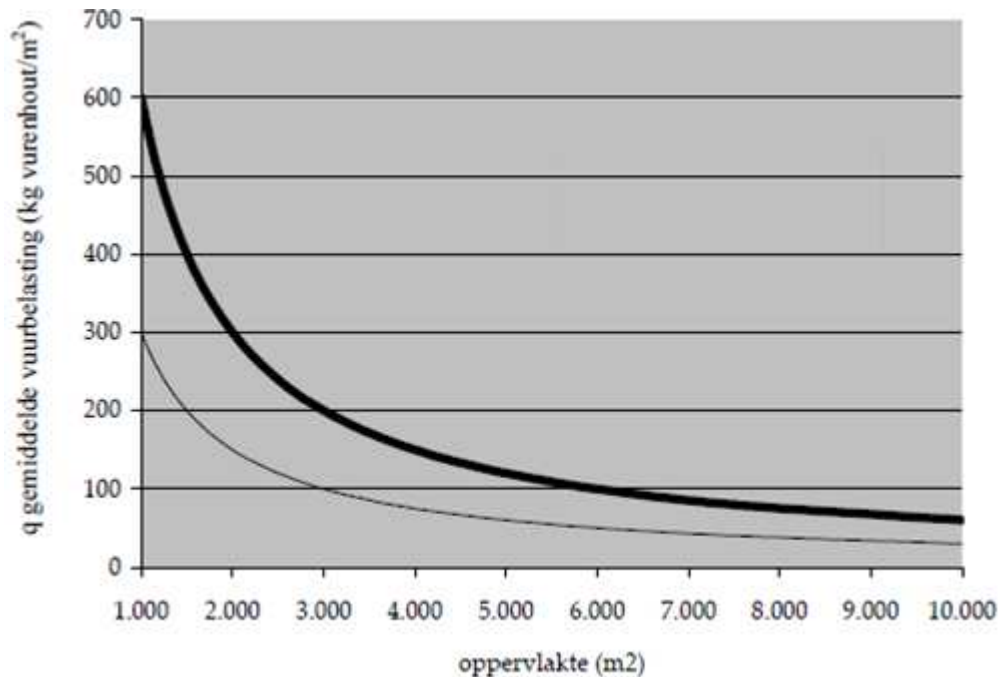
In dit hoofdstuk wordt bepaald of het gekozen brandcompartiment voldoet aan de toegestane maximale brandcompartimentgrootte. Bij maatregelpakket I bedraagt de maximaal toegestane vuurbelasting 300.000 kilogram vurenhout per brandcompartiment. De grootte van het maximaal toelaatbare brandcompartiment volgt dan uit de volgende formule:

$$A_{\max} = 600.000 \text{ kg vh} / q$$

q: gemiddelde vuurbelasting in kg vurenhout per vierkante meter gebruiksoppervlak
 A_{\max} : maximale grootte in vierkante meters gebruiksoppervlak

$A_{\max} = 600.000 / q$
 $A_{\max} \leq 600.000 / 25,57$
2.933,7 < 23.466,3 → akkoord.

Onderstaande grafiek geeft schematisch de relatie weer tussen de gemiddelde vuurbelasting, gebruiksoppervlakte, gegeven de maximaal toegestane vuurlast die voor dit maatregelpakket 600 ton vurenhout (600.000 kilogram vurenhout) is.



Karakteristiek omvang en vuurbelasting bij maatregelpakket I (600.000 kg vh / q).

Het gekozen brandcompartiment past dus binnen de toegestane maximale brandcompartiment.

6 Brandwerendheid van de omhulling

In dit hoofdstuk komen de eisen aan de omhulling van de beschouwde brandcompartimenten aan de orde. Het is de bedoeling dat de omhulling van het brandcompartiment de verwachte (maatgevende) brandduur kan weerstaan. Ten eerste wordt de basiseis vastgesteld aan de WBDBO (Weerstand Brand Doorslag Brand Overslag) van de omhulling.

$$W_e = q_m + W_t$$

- W_e : WBDBO-eis (zie paragraaf 6.1)
- q_m : Maatgevende vuurbelasting in kg vurenhout per vierkante meter over ongunstigste 1000 m² van het brandcompartiment (zie paragraaf 6.2)
- W_t : Een extra eis in minuten die varieert tussen de 0 en 60 minuten. Deze toeslag hangt af van de maatgevende vuurbelasting, de afstand tot de aangrenzende gevel en de grootte van de betrokken gevel of brandmuur in m² (zie paragraaf 6.3)

Voor het bepalen van de WBDBO-eis dient de maatgevende vuurbelasting per brandcompartiment bepaald te worden. De maatgevende vuurbelasting is de gemiddelde vuurbelasting over de ongunstigste aaneengesloten 1000 m² (zie bijlage 1) op het bruto (geprojecteerde) oppervlakte van het grondvlak van een deel van het brandcompartiment. De maatgevende vuurbelasting is opgebouwd uit de permanente maatgevende vuurbelasting en de variabele maatgevende vuurbelasting in het brandcompartiment. In paragraaf 6.1 zijn per brandcompartiment de verschillende maatgevende vuurbelastingen berekend. Gedetailleerde berekeningen van de vuurbelastingen zijn te vinden in bijlage 2.

De WBDBO-eis wordt uitgedrukt in minuten. De minimale WBDBO-eis van een NEN 6060-compartiment bedraagt minimaal 60 minuten. De maximale WBDBO-eis bedraagt 240 minuten.

De toeslag is een veiligheidsmarge in minuten. Een toeslag van 60 minuten is van toepassing op brandscheidende vloeren tussen gestapelde brandcompartimenten bij maatregelpakketten I en II. Verder is de toeslag van toepassing op de (vertikale) scheidingen met naburige brandcompartimenten in het geval van maatregelpakket I. De toeslag hangt af van de oppervlakte van de scheidingsconstructie, de maatgevende vuurbelasting en de vrije afstand. De toeslag kan oplopen tot een maximum van 60 minuten. Indien er op eigen perceel minstens 5 meter ruimte loodrecht op de gevel aanwezig is, wordt geacht dat er voldoende veiligheid bestaat en dat de extra veiligheidsmarge niet nodig is (toeslag = 0).

6.1 Maatgevende vuurbelasting (q_m)

De maatgevende vuurbelasting is opgebouwd uit de permanente maatgevende vuurbelasting en de variabele maatgevende vuurbelasting over de ongunstigste 1000 m² in het brandcompartiment (zie bijlage 1).

Permanente maatgevende vuurbelasting				Projectnummer:
				17480M102B
Gebouw:	vleesvarkensstal			
Oppervlakte (maatgevend):	1.000,0	m ²		
Materiaal	verbrandingswaarde (MJ/eenheid)	eenheid	hoeveelheid	verbrandingswaarde (MJ)
elektrische bekabeling/armaturen	19	m ²	1.000,0	19.000,00
deur, massief	450	m ²	23,0	10.350,00
kunststof raamprofiel lichtstraat	31	kg	181,5	5.626,50
ventilator luchtwasser	36,5	st	6	219,00
luchtwasser (kunststof)	271.225	st	1	271.225,00
isolatie dak, (PIR)	26,3	kg	1.356,3	35.669,74
meetsmoorunit	155	st	3	465,00
isolatie luchtkanaal, (PIR)	26,3	kg	1.492,2	39.245,49
isolatie plafond, (PIR)	26,3	kg	876,8	23.060,40
houten regelwerk plafond	19	kg	1.566,2	29.757,62
houten regelwerk luchtinlaat	19	kg	328,9	6.248,41
isolatie topgevel, (PIR)	26,3	kg	194,9	5.126,92
PVC hemelwaterafvoer	19	kg	47,5	901,74
houten regelwerk topgevel	19	kg	1.130,2	21.473,91
isolatie luchtinlaat, (PUR-schuim)	26,1	kg	47,5	1.240,27
betonplex klep luchtinlaat	19	kg	26,9	510,72
kunststof binnenwanden	19	kg	2.247,1	42.694,90
				+
Totale permanente verbrandingswaarde:		MJ		512.815,63
				/
				1.000,00
				=
Permanente verbrandingswaarde:		MJ/m ²		512,82
				/
				19,00
				=
Permanente maatgevende vuurbelasting:		kgVh/m²		26,99

(Exacte berekening hoeveelheden zie bijlage 2.)

Variabele maatgevende				Projectnummer:
vuurbelasting				17480M102B
Gebouw:	vleesvarkensstal			
Oppervlakte (maatgevend):	1.000,0	m ²		
Materiaal	verbrandingswaarde (MJ/eenheid)	eenheid	hoeveelheid	verbrandingswaarde (MJ)
voer (in stal)	15,7	kg	1.450,0	22.765,00
hogedrukreiniger	46	st	1	46,00
kruiwagen	420	st	1	420,00
kunststof hokafscheiding	19	kg	3.219,9	61.178,25
elektromotor 1,1kw	13,8	st	4	55,20
Onvoorzien (10%)				8.446,45
				+
Totale variabele verbrandingswaarde:		MJ		92.910,90
				/
				1.000,00
				=
Variabele verbrandingswaarde:		MJ/m ²		92,91
				/
				19,00
				=
Variabele maatgevende vuurbelasting:		kgVh/m ²		4,89

(Exacte berekening hoeveelheden zie bijlage 2.)

Van het brandcompartiment worden de permanente maatgevende vuurbelasting en de variabele maatgevende vuurbelasting bij elkaar opgeteld. Deze waarde is de maatgevende vuurbelasting (q_m) per brandcompartiment. De maatgevende vuurbelasting (q_m) dient altijd groter te zijn dan de gemiddelde vuurbelasting (q).

$$\begin{aligned}
 q_m &= \text{permanente vuurbelasting} + \text{variabele vuurbelasting} \\
 q_m &= 26,99 + 4,89 \\
 q_m &= 31,88 \text{ kgVh/m}^2 \\
 q_m &\geq q \\
 31,88 &\geq 25,57 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow q_m = 31,88 \text{ kgVh/m}^2
 \end{aligned}$$

Indien de vuurlast evenredig verdeeld is over het brandcompartiment, blijven de maatgevende vuurbelasting en de gemiddelde vuurbelasting dicht bij elkaar liggen. Indien een aanzienlijk deel van de vuurbelasting op één punt geconcentreerd is, zal de maatgevende vuurbelasting naargelang hoger uitvallen dan de gemiddelde vuurbelasting.

6.2 Vaststelling WBDBO-eis

Omdat het oppervlak van het brandcompartiment boven de 1000 m² ligt, is de WBDBO-eis, volgens de methode NEN 6060, vastgesteld op minimaal 60 minuten. De WBDBO-eis staat gelijk aan de maatgevende vuurbelasting (q_m) van het betreffende brandcompartiment afgerond naar boven.

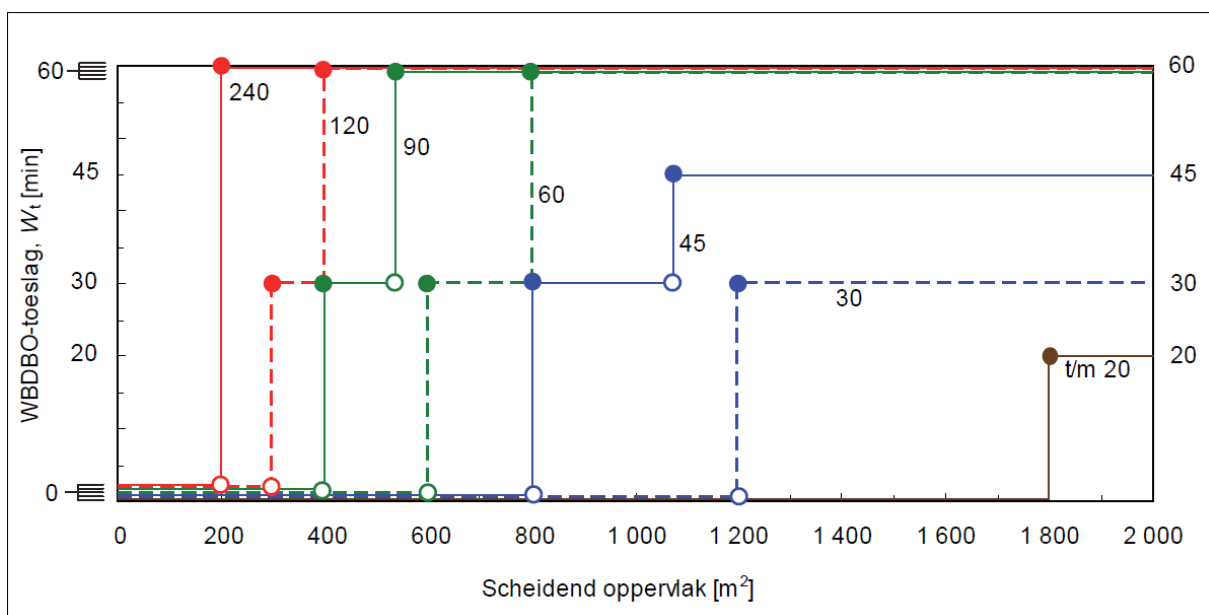
$$\begin{aligned}
 \text{WBDBO} - \text{maatgevende vuurbelasting} &\geq 0 \\
 60 - 31,88 &\geq 0 \\
 28,12 &\geq 0 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{WBDBO} = 60 \text{ minuten.}
 \end{aligned}$$

6.3 Bepaling WBDBO-toeslag

Hierbij wordt bepaald hoeveel minuten er extra boven op de eis van 60 minuten WBDBO komt (toeslag).

Is de vrije ruimte rond het brandcompartiment overal > 5m?: **Nee.**

Indien de vraag met ja beantwoord is, zal de toeslag overal gelijk zijn aan 0.
Indien de vraag met nee beantwoord is dient met de onderstaande grafiek bepaald te worden of er een marge boven op de WBDBO-eis komt. Dit geldt alleen voor de gevels die op minder dan 5 meter van een naburig brandcompartiment liggen. Per gevel (richting) dient bekeken te worden of er een toeslag bij komt. De toeslag hoeft daarom alleen bepaald te worden voor de verbinding met de technische ruimte.



(bepaling van de WBDBO-toeslag conform paragraaf 7.3.3.2 van NEN 6060).

Oppervlakte maatgevende gevel = 27,0 m²

Maatgevende vuurbelasting = 31,88 kgVh/m² (naar boven afgerond op 45 kgVh/m²)

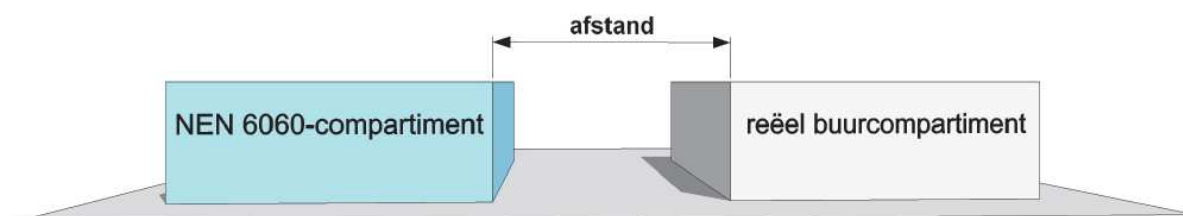
Uit de bovenstaande grafiek kan nu worden afgelezen dat de gevel tot 800 m² mag zijn voordat er een toeslag bij de reeds geëiste WBDBO opgeteld dient te worden.

De WBDBO-eis blijft daarom staan op 60 minuten.

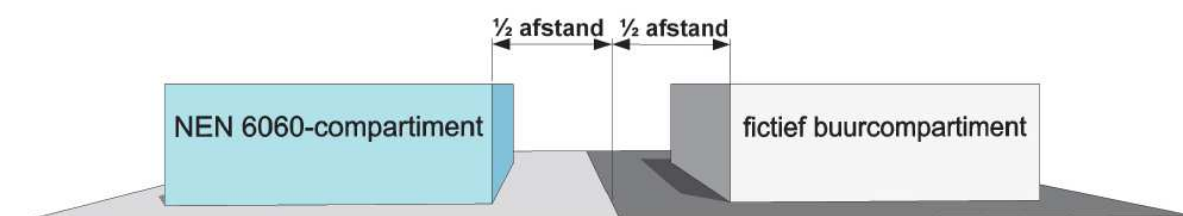
7 Controle brandwerendheid gevels/vloeren

Per gevel dient bepaald te worden of er extra maatregelen nodig zijn om de benodigde brandwerendheid te halen of dat de toegepaste tussenafstand volstaat voor de benodigde brandwerendheid. Hierbij doen zich twee gevallen voor (paragraaf 8.4 van NEN 6060):

- a) er is een naastliggend brandcompartiment op eigen terrein aan die zijde;



- b) de betrokken zijde ligt langs de perceelsgrens.



- a) Voor elke gevel wordt de vlamhoogte (h_v), tussenafstand (x), breedte van de gevel (b) en hoogte van de gevel (h) bepaald.
 b) In dit geval moet uitgegaan worden van een spiegelsymmetrisch gesitueerd buurgebouw. De tussenafstand (x) is de dus 2 maal de kortste afstand tot de gevel. De brandwerendheid van het fictief buurcompartiment wordt gesteld op 0 minuten. Tevens wordt de breedte (b), vlamhoogte (h_v) en hoogte (h) van de gevel bepaald.

Verder zijn nodig de φ_{bron} , gebruiksoppervlakte (A) en maatgevende vuurlast (q_m).

Uitgangspunten:

$$A = 2.933,7 \text{ m}^2$$

$$q_m = 31,88 \text{ kgVh/m}^2$$

$$\varphi_{\text{bron}} = 45 \text{ KW/m}^2$$

φ_{bron}	
20	minimum
25	buitenopslag minimaal
45	gemiddeld
60	gangbare industrie en fabricage/opslag van rubber
75	opslag/verwerking van "brandbare" en fijne verdeelde metalen en kunststoffen
100	zeer heldere branden (opslag van vloeistoffen)

In de onderstaande formules wordt de vlamhoogte, h_v , uitgedrukt in m, bepaald.

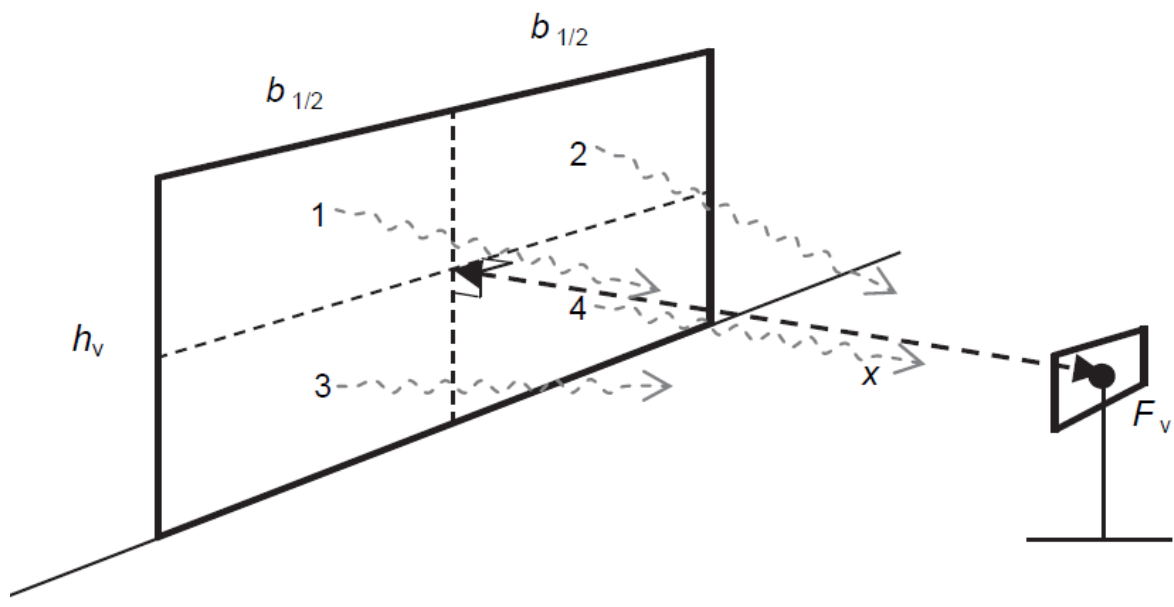
Voor de gebruiksfunctie industrie is h_v gelijk aan de kleinste waarde van:

$$h_v = 10$$

en

$$h_v = \frac{h}{2} \times \left(1 + \sqrt{\frac{A}{2500} - 1} \right) \times \left(1 + \sqrt{\frac{q_m}{60} - 1} \right)$$

de basismaten ter bepaling van de verticale zichtfactor, F_v .



De verticale zichtfactor, F_v , wordt als volgt bepaald:

$$F_v = \frac{4}{2\pi} \times \left(h_r \times F_A \times \arctan(F_A) + \left(\frac{F_B}{h_r} \right) \arctan(F_B) \right)$$

met:

$$h_r = \frac{1}{2} \times \frac{h_v}{b_{1/2}}$$

$$F_A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}}$$

$$F_B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}}$$

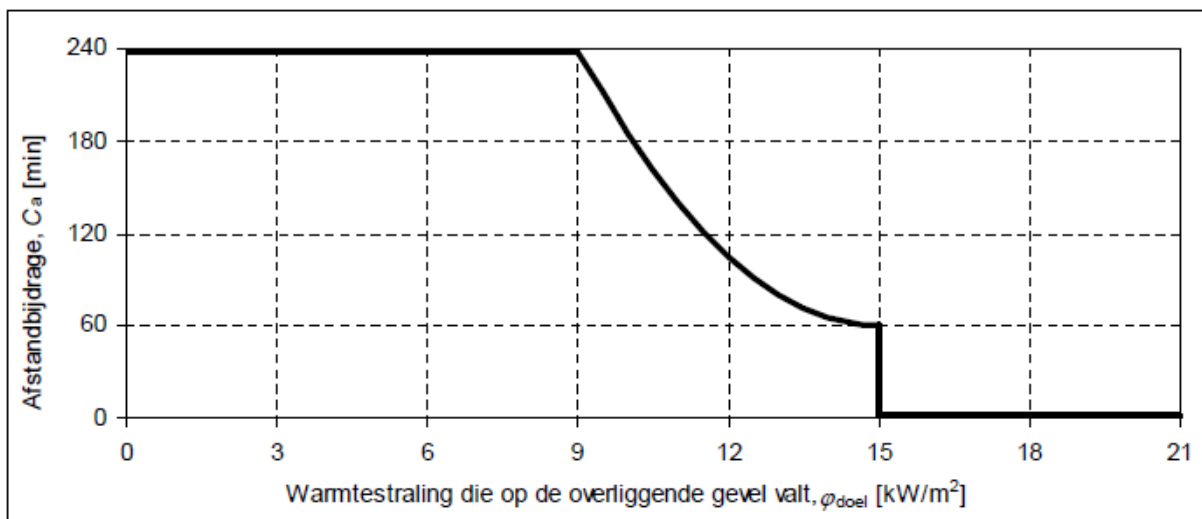
waarbij in F_A en F_B :

$$x_r = \frac{x}{b_{1/2}}$$

De warmtestraling die op de overliggende gevel valt, φ_{doel} , uitgedrukt in kW/m^2

$$\varphi_{\text{doel}} = \varphi_{\text{bron}} \times F_v$$

Richting	Viewfactor	Warmtestraling (Φ bron) kW/m^2	Warmtestraling (Φ doel) kW/m^2	WBO bijdrage (min.)
Noord-west	0,240	45	10,8	149
Noord-oost	0,002	45	0,1	240
Zuid-oost	0,015	45	0,7	240
Zuid-west	0,004	45	0,2	240



Middels bovenstaande grafiek kan de afstandbijdrage in minuten per gevel (richting) bepaald worden.

De bepaling van de bijdrage afstand kan ook bepaald worden middels een rekentool ontwikkeld door dGm^R / anteagroup. Deze zijn terug te vinden in de bijlage 3.

Samen met de eventuele bijdrage van de WBDBO van de tegenoverliggende gevel kan dan de benodigde brandwerendheid van elke gevel bepaald worden.

Constructie	vereiste WBDBO			reeds geleverde bijdrage WBDBO			te realiseren brandwerendheid
	basis eis	toeslag	totaal	bijdrage afstand	andere gevel	totaal	
Noord-west	60	0	60	149	0	149	0
Noord-oost	60	0	60	240	0	240	0
Zuid-oost	60	0	60	240	0	240	0
Zuid-west	60	0	60	240	0	240	0

8 Conclusie

Het plan voldoet aan de maximale brandcompartimentsgrootte op basis van gelijkwaardigheid.

De totale vuurbelasting van het brandcompartiment bedraagt:

$1.425.197,92 / 19 = 75.010,42 \text{ kgVh}$.

Deze waarde ligt ruimschoots onder de geëiste maximale vuurbelasting van 600.000 kgVh.

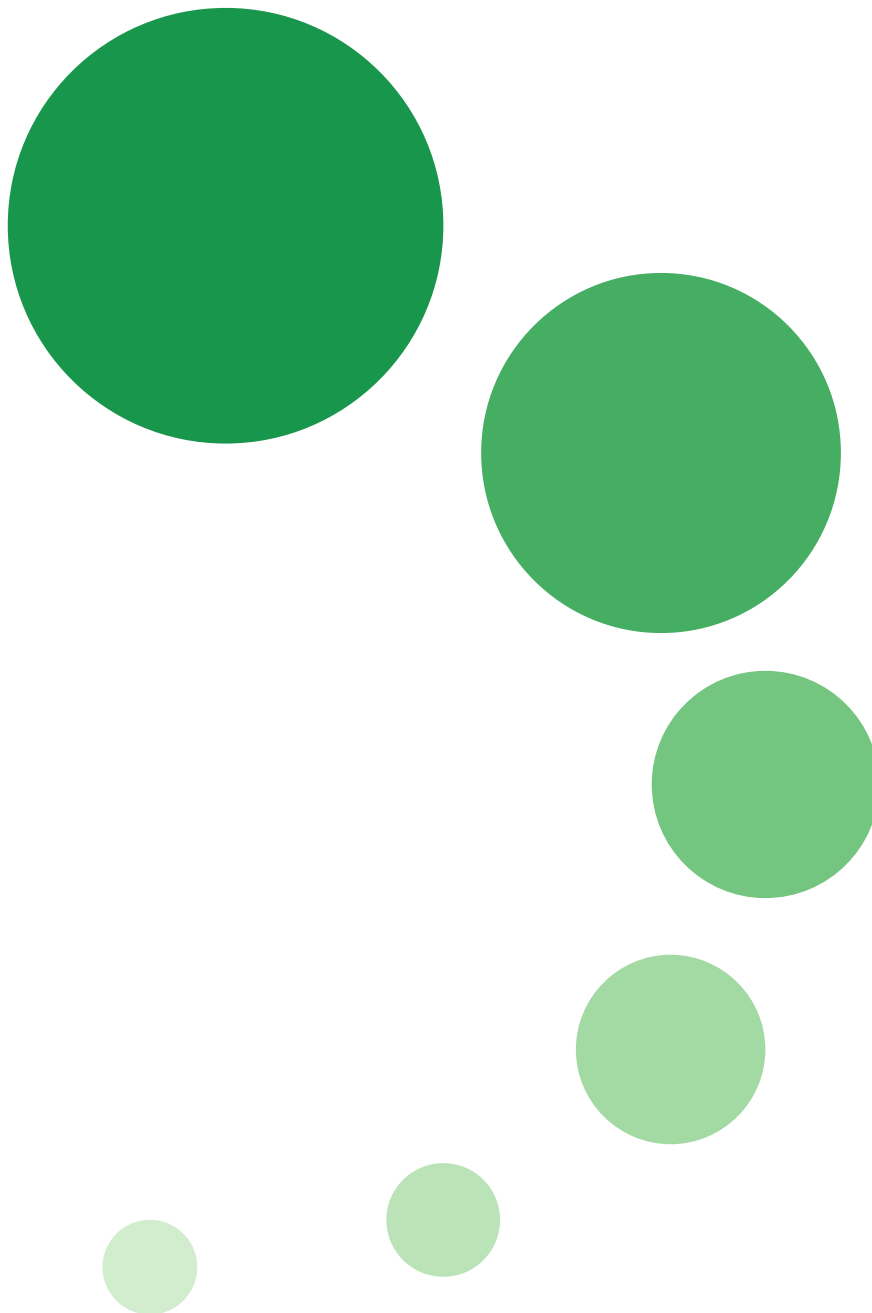
De technische ruimte dient in een apart brandcompartiment met een WBDBO van 60 minuten te liggen. De rest van de gevels voldoen door middel van de bijdrage in afstand aan de WBDBO-eis van 60 minuten t.o.v. de omliggende gebouwen.

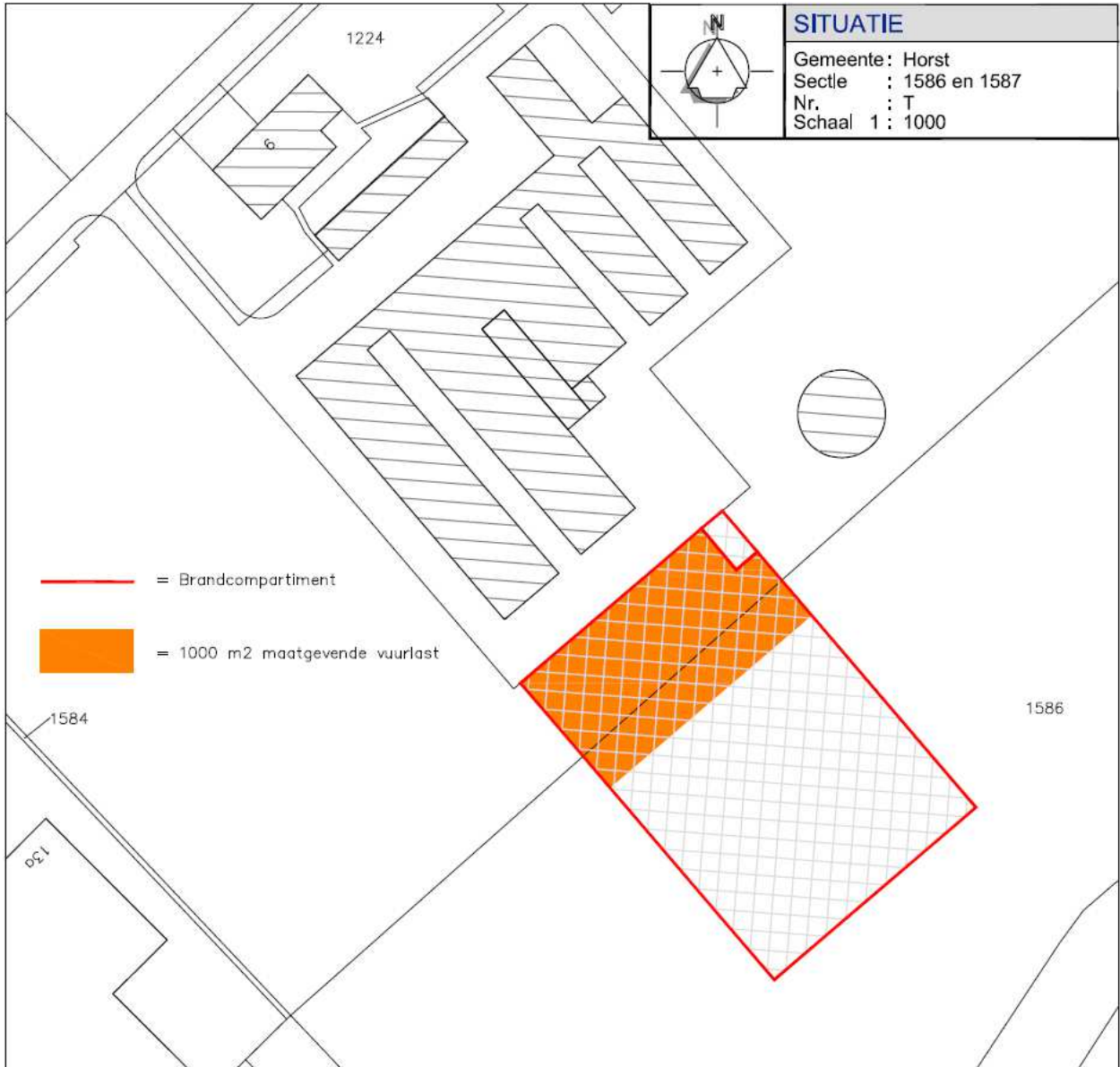
Dit maatregelenpakket omvat de volgende maatregelen:

- 1 x per 5 jaar een periodieke keuring, volgens NEN 3140;
- Kabels en andere onderdelen van de elektrische installaties worden op onbrandbare ondergrond aangebracht;
- kabels van de installatie worden gelegd in draadgoten tegen ongedierte;
- verlichting wordt op onbrandbare ondergrond aangebracht;
- elektromotoren zijn beveiligd tegen overbelasting;
- werkzaamheden worden zoveel mogelijk uitgevoerd in een werkplaats die gelegen is in een ander brandcompartiment;
- opnemen van een rookverbod;
- bewustwording van brandrisico's

Bijlage 1

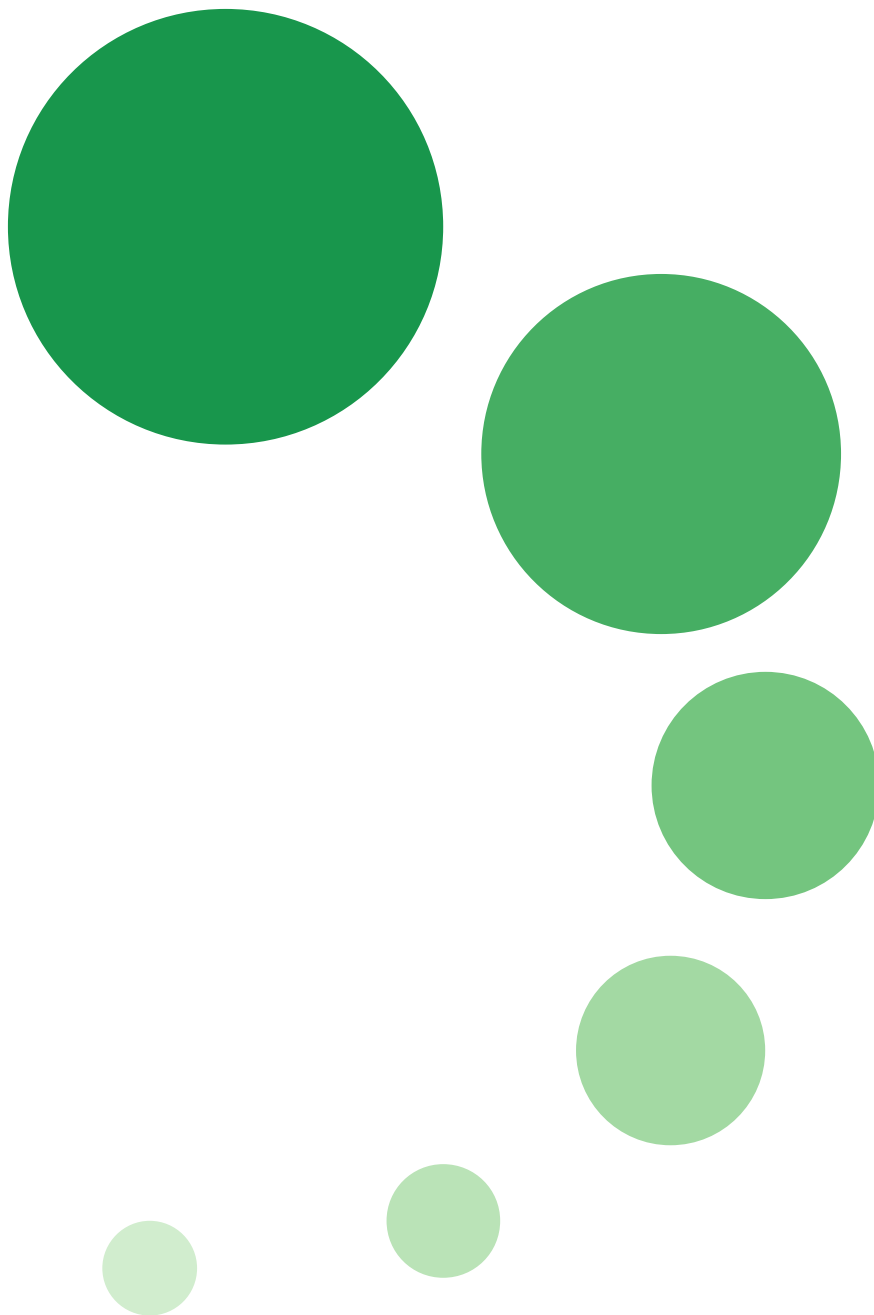
Situatietekening





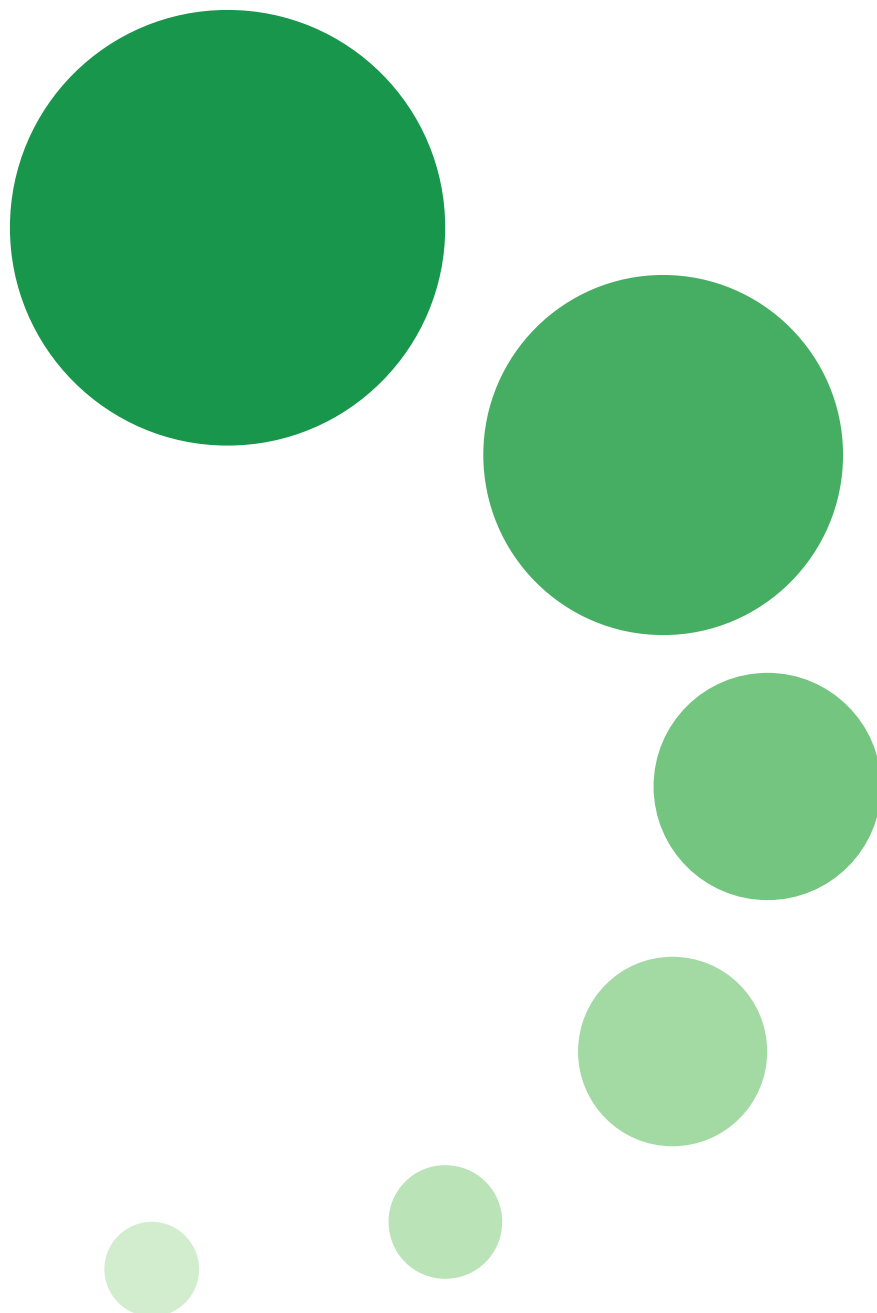
Bijlage 2

Berekening hoeveelheden



Bijlage 3

Berekening afstandbijdrage



NEN 6060:2015

berekening afstandsbijdrage, C_a



hoogte gevel NEN 6060-compartiment (h)	7,20	m
breedte gevel NEN 6060-compartiment (b)	45,30	m
afstand tot overliggende gevel (x)	10,00	m
gebruiksoppervlakte NEN 6060-compartiment (A)	2.934	m ²
maatgevende vuurlast in NEN 6060-compartiment (q_m)	60	min
straling aan de bron (φ_{bron})	45	kW/m ² <small>standaard waarde</small>
gebruiksfunctie	industriefunctie	

berekende vlamhoogte (h_v)	5,10	m
berekende straling op doelgevel (φ_{doel})	10,8	kW/m ²
bijdrage afstand (C_a)	149	min



Richting: Noord-west

NEN 6060:2015

berekening afstandsbijdrage, C_a



hoogte gevel NEN 6060-compartiment (h)	3,00	m
breedte gevel NEN 6060-compartiment (b)	57,65	m
afstand tot overliggende gevel (x)	152,50	m
gebruiksoppervlakte NEN 6060-compartiment (A)	2.934	m ²
maatgevende vuurlast in NEN 6060-compartiment (q_m)	60	min
straling aan de bron (φ_{bron})	45	kW/m ² <small>standaard waarde</small>
gebruiksfunctie	industriefunctie	

berekende vlamhoogte (h_v)	2,12	m
berekende straling op doelgevel (φ_{doel})	0,1	kW/m ²
bijdrage afstand (C_a)	240	min



Richting: Noord-oost

NEN 6060:2015

berekening afstandsbijdrage, C_a



hoogte gevel NEN 6060-compartiment (h)	7,20	m
breedte gevel NEN 6060-compartiment (b)	45,30	m
afstand tot overliggende gevel (x)	66,00	m
gebruiksoppervlakte NEN 6060-compartiment (A)	2.934	m ²
maatgevende vuurlast in NEN 6060-compartiment (q_m)	60	min
straling aan de bron (φ_{bron})	45	kW/m ² <small>standaard waarde</small>
gebruiksfunctie	industriefunctie	

berekende vlamhoogte (h_v)	5,10	m
berekende straling op doelgevel (φ_{doel})	0,7	kW/m ²
bijdrage afstand (C_a)	240	min



Richting: Zuid-oost

NEN 6060:2015

berekening afstandsbijdrage, C_a



hoogte gevel NEN 6060-compartiment (h)	3,00	m
breedte gevel NEN 6060-compartiment (b)	66,65	m
afstand tot overliggende gevel (x)	86,50	m
gebruiksoppervlakte NEN 6060-compartiment (A)	2.934	m ²
maatgevende vuurlast in NEN 6060-compartiment (q_m)	60	min
straling aan de bron (φ_{bron})	45	kW/m ² <small>standaard waarde</small>
gebruiksfunctie	industriefunctie	

berekende vlamhoogte (h_v)	2,12	m
berekende straling op doelgevel (φ_{doel})	0,2	kW/m ²
bijdrage afstand (C_a)	240	min



Richting: Zuid-west