

Project:
**Nieuwbouw bedrijfshal
De Wieling in Switerbant**

Onderdeel:
**Rapportage brandveiligheid grote
brandcompartimenten volgens NEN 6060**



Rapportage NEN 6060 nieuwbouw bedrijfshal De Wieling in Swifterbant
Order : M19054
Datum : 19 mei 2022

Project:
**Nieuwbouw bedrijfshal
De Wieling in Swifterbant**

Onderdeel:
**Rapportage brandveiligheid grote
brandcompartimenten volgens NEN 6060**

Opdrachtgever:

Datum:
28 januari 2021

Gewijzigd:
19 mei 2022

Ordernummer:
M19054

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	blz.	4
Hoofdstuk 2	Uitgangspunten	blz.	5
Hoofdstuk 3	Bepaling vuurbelasting	blz.	6
Hoofdstuk 4	Berekening	blz.	7
Hoofdstuk 5	Ontvluchting	blz.	10
Hoofdstuk 6	Samenvatting / Conclusie	blz.	11

Bijlage A	Situatietekening en plattegrond
Bijlage B	Bepaling van de verschillende vuurbelastingen
Bijlage C	Bepaling van de maximale compartimentgrootte
Bijlage D	Stralingsberekeningen gevels

1 INLEIDING

W. Hardeman Beheer B.V. is voornemens om op het perceel G 3035 aan De Wieling in Swifterbant een nieuwe bedrijfshal met kantoor te realiseren. De bedrijfshal zal uitgevoerd worden als één brandcompartiment en het plan is beoordeeld met betrekking tot het aspect grote brandcompartimenten. De beoordeling heeft plaats gevonden aan de hand van de NEN 6060. Het kantoorgedeelte aan de voorzijde en de luifel/buitenopslag zullen uitgevoerd worden als separate brandcompartimenten.

De basis voor brandcompartimering ligt in het Bouwbesluit (afdeling 2.10). Hierin is opgenomen dat de maximale afmeting voor een brandcompartiment afhankelijk is van de functie (in dit geval 2.500m² uitgaande van een industriefunctie). Op grond van artikel 1.3¹ uit het Bouwbesluit 2012 is het mogelijk hiervan af te wijken als er een gelijkwaardige oplossingen wordt geboden.

De bedrijfshal wordt uitgevoerd als één brandcompartiment met een oppervlak van 12.997m² en voldoet niet aan het Bouwbesluit 2012. Als gelijkwaardigheid oplossing is het compartiment beoordeeld volgens de NEN 6060.

Aan de hand van een inventarisatie van de te verwachten vuurbelasting, wordt beoordeeld of de oppervlakte van dit brandcompartiment gelijkwaardig is aan de uitgangspunten vanuit het Bouwbesluit.

Uit deze methode volgen ook de eisen met betrekking tot de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) van het compartiment.

In dit rapport worden de uitgangspunten en de resultaten van de beoordeling gepresenteerd.

1

Artikel 1.3 lid 1 Bouwbesluit 2012

Aan een in hoofdstuk 2 tot en met 7 gesteld voorschrift hoeft niet te worden voldaan indien het bouwwerk of het gebruik daarvan anders dan door toepassing van het desbetreffende voorschrift ten minste dezelfde mate van veiligheid, bescherming van de gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en bescherming van het milieu biedt als is beoogd met de in die hoofdstukken gestelde voorschriften.

2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste gegevens weergegeven die de uitgangspunten vormen voor de beoordeling.

2.1 Algemene gegevens

Het werk betreft de nieuwbouw van een bedrijfshal aan De Wieling in Swifterbant.

Bij de beoordeling is uitgegaan van:

- Tekeningen van Bouwkundig teken- en adviesbureau Van Middendorp, nummer: M19054.
- Mondelinge informatie opdrachtgever
- NEN 6090: Bepaling van de vuurbelasting (oktober 2006)
- NEN 6060: Brandveiligheid van grote brandcompartimenten

2.2 Situatie en planbeschrijving

In bijlage A is een tekening van de situatie opgenomen.

3 BEPALING VUURBELASTING

3.1. Vuurbelasting.

De vuurbelasting wordt onderscheiden in permanente en variabele vuurbelasting. De eenheid van vuurbelasting wordt gerelateerd aan de verbrandingswaarde van vurenhout (19 MJ/kg). We spreken dan van kilogram vurenhoutequivalent.

De permanente vuurbelasting wordt bepaald uit de permanent aanwezige brandbare materialen, zoals de constructie, het dak en de vloeren.

De variabele vuurbelasting wordt bepaald uit de wisselend aanwezig brandbare materialen, zoals de inrichting en opgeslagen goederen.

3.2.1 Permanente vuurbelasting.

Sommige onderdelen zijn als niet brandbaar te beschouwen, deze hebben in de berekening dan ook een nulwaarde.

De berekende permanente vuurbelasting is: **4,8** kg vurenhout/m² (zie bijlage B)

3.3.2 Variabele vuurbelasting.

De berekende totale variabele vuurbelasting is: **11,9** kg vurenhout/m² (zie bijlage B)

Dit is inclusief 10 % onvoorziene vuurbelasting.

3.3.3 Totale vuurbelasting.

De totale vuurbelasting is de permanente en de variabele vuurbelasting bij elkaar opgeteld. Deze bedraagt **16,7** kg vurenhout/m² (zie bijlage B)

3.3.4 De maatgevende vuurbelasting.

De maatgevende vuurbelasting wordt bepaald op de meest ongunstigste 1000 m², waar zich de grootste verbrandingswaarde bevindt.

Aangezien de vuurlast redelijk gelijkmatig over het brandcompartiment is verspreid, is de maatgevende vuurbelasting gelijk aan de totale vuurbelasting.

De maatgevende vuurbelasting bedraagt **16,7** kg vurenhout/m² (zie bijlage B)

3.3.5 De vuurlast.

De vuurlast is de totale verbrandingswaarde van het brandbare materiaal in het brandcompartiment uitgedrukt in ton vurenhoutequivalent. Dit is zowel de permanente als de variabele vuurbelasting.

De vuurlast in dit geval bedraagt: **217,7** ton vurenhoutequivalent (zie bijlage B)

Dit ligt voor alle compartimenten onder de maximale waarde van 600 ton vurenhout-equivalent.

4 BEREKENING

4.1 Bepalen maatregelenpakket

Er zijn 4 verschillende maatregelenpakketten, namelijk:

- I. Basispakket
- II. Brandcompartimenten met brandmeldinstallatie en Rook- en Warmteafvoerinstallatie
- III. Bulk opgeslagen goederen
- IV. Gesprinklerde Brandcompartimenten

In dit geval wordt het gebouw niet voorzien van aanvullende brandveiligheidsvoorzieningen en moet er dus worden getoetst aan maatregelenpakket I.

4.2 Maximale compartimentgrootte

A_{max} = L_{max} / q (Bijlage, E,F en G)

A_{max} = maximale grootte van brandcompartiment in m^2 vloeroppervlakte.

L_{max} = afhankelijk van functie en toepassing, in dit geval 600.000 voor een industriefunctie

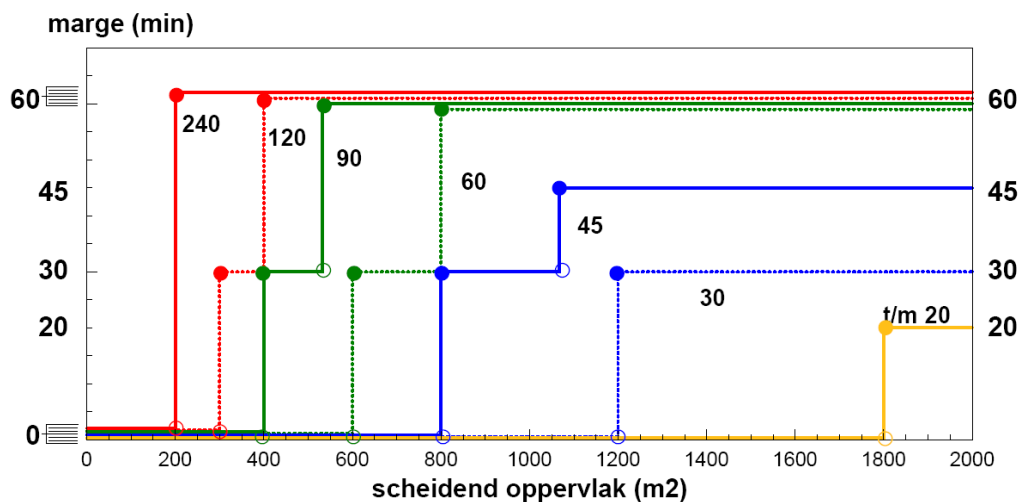
q = de gemiddelde vuurbelasting in kg vurenhout / m^2

$A_{max} = 600.000 / 16,7 = 35.823 m^2$

De maximale toelaatbare oppervlakte voor brandcompartiment is $35.823 m^2$. De oppervlakte van het brandcompartiment bedraagt $12.997 m^2$, zodat aan deze eis wordt voldaan.

4.3 WBDBO toeslag

De te hanteren WBDBO-toeslag naar naburige brandcompartimenten (verticale scheidingen) wordt bepaald door de grafieken in figuur 1, behalve wanneer er op het betrokken perceel voor de betreffende gevel(s) een onbebouwde (vrije) ruimte aanwezig van minimaal 5 m loodrecht op de gevel. In dat geval wordt de veiligheidsmarge geacht aanwezig te zijn en kan dus een waarde van 0 worden ingevuld voor de toeslag.



Figuur 1: Grafiek ter bepaling van de te hanteren WBDBO-toeslag naar naburige compartimenten; niet van toepassing bij minstens 5 m vrije afstand op het perceel

Gevel	Oppervlak	Afstand	Marge volgens figuur 1
Gevel richting De Wieling		>5 meter	nee
Gevel richting kantoren	286 m ²	0	nee
Gevel richting luifel / buitenopslag	330 m ²	0	nee
Gevel richting Dronterringeweg		>5 meter	nee
Gevel richting perceelgrens, west	281 m ²	0	nee

Zoals uit bovenstaande tabel blijkt, hoeft er niet met een toeslag gerekend te worden.

4.4 WBDBO

Volgens de NEN 6060 is de WBDBO gelijk aan de maatgevende vuurbelasting (16,7 kg vurenhout/m²) in minuten met een minimum van 60 minuten WBDBO.

In dit geval betekent dat een WBDBO van 60 minuten voor alle brandcompartimenten.

Buitengevels

Deze gevels worden beoordeeld in paragraaf 4.5

4.5 Warmtestraling

Om de reductie op de WBDBO ten gevolge van afstand te bepalen wordt de straling op de doelgevel bepaald door middel van berekening zoals deze is opgenomen in de NEN 6060.

Gevel	Breedte (m)	Hoogte (m)	Afstand (m)	Straling (kW/m ²)	Reductie	Benodigde WBDBO (min)
Noordgevel	144,5	11,0	35,0 (symmetrie)	6,1	240	0
Oostgevel (kantoor)	Grenst direct aan NEN6060-Compartiment					60
Oostgevel (perceel)	35,7	11,0	60,0 (symmetrie)	1,3	240	0
Oostgevel (luifel)	Grenst direct aan NEN6060-Compartiment					60
Zuidgevel	277,5	11,0	meer dan 100m	2,0	240	0
Westgevel	25,5	11,0	8,0 (symmetrie)	22,0	0	60

De gevel richting luifel/buitenopslag en de westgevel dienen 60 minuten brandwerend uitgevoerd te worden.

De interne gevel richting het kantoor dient 60 minuten brandwerend te worden uitgevoerd

4.6 Celvormige structuur

Het kantoordeel aan de voorzijde van het gebouw is ingedeeld als een celvormige structuur kantoor aanwezig. Het kantoor wordt volledig afgescheiden van het NEN6060-compartiment. Deze wordt voorzien van een 60 minuten brandwerende scheiding.

In de rest van de bedrijfshal is geen celvormige structuur aanwezig.

5 ONTVLUCHTING

5.1 Beoordeling ontvluchting

De beoordeling van de loopafstanden is gedaan aan de hand van Maatregelen pakket C, Bijlage H van de NEN 6060. De bezetting bestaat uit ca 10 personen en de vrije hoogte is 10 meter.

Onderstaand treft u een sommatie van de achtergrond en de randvoorwaarden voor de toepassing van Bijlage H, van de NEN 6060.

Deze NEN6060 geeft een aantal maatregelpakketten waarmee de toelaatbare loopafstand binnen het compartiment kan worden verlengd. Dit is slechts mogelijk indien compenserende maatregelen worden getroffen die de aanwezigen extra tijd geven om veilig een uitgang van het subbrandcompartiment te bereiken.

De maatregelpakketten zijn gestoeld op de onderstaande principes:

- berging van rook: in een grote, hoge ruimte kan rook zich langere tijd ophopen onder het plafond voordat de rook op vloerniveau het vluchten hindert.
- toepassen van installaties: door het toepassen van installaties wordt de rook in het compartiment afgevoerd of wordt de hoeveelheid rook beperkt, waardoor langere vluchtroutes en daarmee langere vluchttijden worden toegelaten.
- voorkomende situaties: branden met een beperkte ontwikkelingsnelheid.

De NEN6060 maakt onderscheid in 6 maatregelenpakketten. Voor het onderhavige plan is maatregelenpakket C van toepassing: *"Het maatregelenpakket is bedoeld voor compartimenten voor industriële opslag- en productiegebouwen, waarbij buffering van rook mogelijk is met een netto inwendige hoogte van ten minste 10m."*

Hierin kunnen onderstaande maximale vluchtafstanden gehanteerd worden.

Gebruiksfunctie	Bezetting	Nieuwbouw	Bestaande bouw
	m ² gebruiksooppervlakte per persoon	m	m
Industriefunctie Sportfunctie Winkelfunctie	≤ 12	60	75
	> 12	90	90
	> 30	120	120

De bezetting is kleiner dan 1 persoon per 30m², daarom mogen afstanden tot maximaal 120m toegepast worden. In het onderhavige plan zijn de vluchtafstanden kleiner dan 120m, zodat aan deze eis voldaan wordt.

Voor de toepassing van maatregelenpakket C geldt een beperking van de omvang van het NEN6060-compartiment. Het NEN6060-compartiment mag maximaal 15.000m² bedragen. Het onderhavige plan heeft een oppervlakte van 13.017m² waardoor aan deze eis voldaan wordt.

Daarnaast gelden onderstaande beperkingen aan de vormgeving en gebruik van het pand.

Vormgevingsaspecten en gebruik	Maatregelpakket					
	A	B	C	D	E	F
Minimale netto inwendige hoogte [m]	5	7,5	10	5	5	vw
Maximale netto inwendige hoogte [m]	15	15	15	15	15	vw
Maximale hoogteligging van een tussenvloer of de bovenzijde van de kleine deelruimte boven de bovenzijde van de subbrandcompartimentsvloer [m]	3	4,5	4,5	vw	vw	vw
Maximale stapelhoogte van goederen [m]	3	5,5	8	vw	vw	vw
vw beperkingen conform de gehanteerde oplossing (RWA-voorwaarden, VBB-voorwaarden, modelvoorwaarden)						

De inwendige hoogte is groter dan 10,0m en kleiner dan 15,0m. Aan deze eis wordt voldaan.

Er is geen tussenvloer aanwezig in het NEN6060-compartiment. Deze eis is dus niet van toepassing.

De stapelhoogte van goederen mag maximaal 8,0m bedragen.

Aan alle begrenzings en beperkingen wordt voldaan.

6 SAMENVATTING / CONCLUSIE

De beoordeling wordt als volgt samengevat:

- Het betreft de nieuwbouw van een bedrijfshal aan De Wieling in Swifterbant.
 - De bedrijfshal wordt uitgevoerd als één brandcompartiment waarvan de oppervlakte 12.997m² bedraagt. Dit voldoet qua oppervlak niet aan de eisen uit het bouwbesluit en als gelijkwaardige oplossing is het brandcompartiment beoordeeld op basis van Maatregelenpakket I uit de NEN 6060.
 - De berekende maatgevende vuurbelasting is ten hoogste 16,7 kg vurenhout/m² wat een WBDBO oplevert van 60 minuten.
 - Het geplande vloeroppervlak van 12.997m² (gebruiksoppervlakte) voldoet aan de maximale toegestane vloeroppervlakte (35.823m²) voor het brandcompartiment.
 - Er hoeft niet gerekend te worden met een toeslag op de WBDBO volgens figuur 1.
 - Het kantoorgedeelte, de westgevel en de gevel grenzend aan de luifel/buitenopslag wordt voorzien van een scheiding van 60minuten.
 - Er wordt voor het ingebruikname van het bouwwerk een toezichtarrangement afgesloten met een onafhankelijke (niet dezelfde als de opsteller van deze rapportage), ter zake kundig adviesbureau. Het toezichtarrangement bestaat uit;
 - Een vijfjaarlijks uit te voeren, onaangekondigde controle op de uitgangspunten zoals in de rapportage NEN 6060, behorende bij de omgevingsvergunning zijn opgenomen. De datum voor de controles moet vooraf met de desbetreffende gemeente worden overeengekomen.
 - Er wordt binnen 1 week na de controle een rapportage aan de betreffende gemeente toegezonden.
- Het rapport betreft een voldoet of voldoet niet conclusie. Verder wordt bij een voldoet niet conclusie aangegeven op welke punten niet wordt voldaan.
- Bij het opstellen van deze berekening is uitgegaan van de informatie zoals deze door de opdrachtgever en ontwerper is verstrekt. Van Middendorp Bouwkundig teken- en adviesbureau is niet aansprakelijk als er wordt afgeweken van de gegevens zoals deze in de rapportage staan vermeld.

Ederveen,

Bijlage A (situatietekening)



Deze afbeelding is noordgericht

Bijlage B

Bepaling oppervlak BC										
bedrijfshal	12997,0	m ²								
<hr/>										
totaal BC (GBO)	12997,0	m ²								
Permanente vuurbelasting.			Verbrandingswaarde			Opmerking				
Materiaal:	Hoeveelheid:	Gewicht:	Per eenheid:	in vuurlast	Totaal:					
wanden (exterieur)										
plint: geïsoleerd prefab betonpaneel, 100mm	281,2	m ³	30,0	kg/m ³	30,0	MJ/kg	66%	122269,0	MJ	
sandwichpaneel 100mm	618,9	m ³	30,0	kg/m ³	30,0	MJ/kg	66%	122269,0	MJ	
brandwerend sandwichpaneel										onbrandbaar
kozijnen aluminium										onbrandbaar
dichte loopdeur	2,0	st			450,0	MJ/kg	66%	900,0	MJ	
overheaddeuren	7,0	st	35,0	kg/st	30,0	MJ/kg	66%	4851,0	MJ	
staalconstructie										onbrandbaar
wanden (interieur)										
sandwichpaneel 100mm	145,4	m ³	30,0	kg/m ³	30,0	MJ/kg	100%	122269,0	MJ	
dichte loopdeur	9,0	st			450,0	MJ/kg	100%	4050,0	MJ	
overheaddeuren	3,0	st	35,0	kg/st	30,0	MJ/kg	100%	3150,0	MJ	
staalconstructie										onbrandbaar
begane grondvloer										
betonvloer monolithisch afgewerkt										onbrandbaar
dak										
sandwichpaneel 135mm	2117,6	m ³	30,0	kg/m ³	30,0	MJ/kg	33%	122269,0	MJ	
staalconstructie										onbrandbaar
installatie totaal										
e- en w-installatie	12997,0	m ²			45,0	MJ/m ²		584865,0	MJ	
<hr/>										
gebruiksoppervlakte:	12997,0	m ²			vuurlast +10% onvoorzien:	62925,3	kg vurenhout equivalent			
permanente vuurbelasting/m²			4,8 kg vurenhout/m²							

Variabele vuurbelasting.			Verbrandingswaarde		Opmerking
Materiaal:	Hoeveelheid:	Gewicht:	Per eenheid:	Totaal:	
Algemeen					
stellingen: staal					onbrandbaar
Fabrikage wapeningstaal					
opslag wapeningsstaal					onbrandbaar
lasrobot voor wapeningsmachine (elektrisch)	2,0 st		15000,0 MJ/st	30000,0 MJ	
diverse elektro motoren wapeningsproductie	30,0 st		150,0 MJ/st	4500,0 MJ	
Fabrikage betonelementen					
Voorraad PU en PS isolatie	1200,0 m ³	30,0 kg/m ³	30,0 MJ/kg	1080000,0 MJ	
voornamelijk staal en elektrabekabeling	9000,0 m ²		100,0 MJ/m ²	900000,0 MJ	
gereed product 200m ² geïsoleerd betonpaneel	20,0 m ³	30,0 kg/m ³	30,0 MJ/kg	18000,0 MJ	
Fabrikage speciale betonelementen					
voornamelijk staal en elektrabekabeling	1400,0 m ²		100,0 MJ/m ²	140000,0 MJ	
gereed product 200m ² geïsoleerd betonpaneel	20,0 m ³	30,0 kg/m ³	30,0 MJ/kg	18000,0 MJ	
Machines					
heftruck	4,0 st		15000,0 MJ/st	60000,0 MJ	
diverse machines	10,0 st		15000,0 MJ/st	150000,0 MJ	
elektromotoren	30,0 st		25,0 MJ/st	750,0 MJ	
bovenloopkranen	8,0 st		5500,0 MJ/st	44000,0 MJ	
kraanbanen	4,0 st		16500,0 MJ/st	66000,0 MJ	
onderdelen machines kunststof / rubber	250,0 kg		36,0 MJ/kg	9000,0 MJ	
Diversen					
rollen wikkelfolie LLDPE	25,0 kg		47,0 MJ/kg	1175,0 MJ	
PU-isolatie voor sparingen	2,0 m ³	90,0 kg/m ³	22,7 MJ/kg	4086,0 MJ	
afwerkfolies	200,0 kg		37,9 MJ/kg	7580,0 MJ	
vul- en stophout	3,0 m ³	460,0 kg/m ³	19,0 MJ/kg	26220,0 MJ	
houten pallets	40,0 st		418,7 MJ/st	16748,0 MJ	
kunststof koppellaten	1500,0 kg		43,0 MJ/kg	64500,0 MJ	
kit	500,0 kg		43,0 MJ/kg	21500,0 MJ	
elektrisch gereedschap	100,0 kg		111,0 MJ/kg	11100,0 MJ	

gebruiksoppervlakte: 12997,0 m² vuurlast+ 10% onvoorzien: 154761,8 kg vurenhout equivalent

variabele vuurbelasting/m² 11,9 kg vurenhout/m²

permanente vuurbelasting/m²	4,8 kg vurenhout/m ²
variabele vuurbelasting/m²	11,9 kg vurenhout/m ² +
<hr/>	
totale vuurbelasting (q):	16,7 kg vurenhout/m ²
maatgevende vuurbelasting (qm).	16,7 kg vurenhout/m ²
totale vuurbelasting	217687,2 kg vurenhout

Bijlage C

Maatregelpakket I

* Maximale compartimentsgrootte.

$A_{max} = L_{max} \cdot q$

$q = \text{vuurbelasting} = 16,7 \text{ kg vurenhout/m}^2$

$L_{max} = 600000 \text{ kg vurenhout equivalent}$

$A_{max} = 35823 \text{ m}^2$

Gebruiksoppervlakte = 12997 m²

dus, voldoet

Bijlage D

Noordgevel richting openbare weg De Wieling

Gebruiksfunctie	industrie
Afstand tot doelgevel	35,0 m
Breedte brongevel	144,5 m
Hoogte brongevel:	11,0 m
Maatgevende vuurbelasting:	16,7 minuten
Gebruiksoppervlak brandcompartiment	12997 m ²
WBDBO eis gevel	16,7 minuten
Marge bedraagt:	0 minuten

$$F_v = 4 / 2\pi \times (h_r \times F_a \times \arctan(F_a) + (F_b/h_r) \arctan(F_b)) = 0,136$$

$$\varphi_{\text{doel}} = 6,1 \text{ kW/m}^2$$

$$C_a = 240 \text{ minuten}$$

$$\text{Benodigde WBDBO gevel} = 0 \text{ minuten WBDBO}$$

Oostgevel richting perceelgrens

Gebruiksfunctie	industrie
Afstand tot doelgevel	60,0 m
Breedte brongevel	35,7 m
Hoogte brongevel:	11,0 m
Maatgevende vuurbelasting:	16,7 minuten
Gebruiksoppervlak brandcompartiment	12997 m ²
WBDBO eis gevel	16,7 minuten
Marge bedraagt:	0 minuten

$$F_v = 4 / 2\pi \times (h_r \times F_a \times \arctan(F_a) + (F_b/h_r) \arctan(F_b)) = 0,030$$

$$\varphi_{\text{doel}} = 1,3 \text{ kW/m}^2$$

$$C_a = 240 \text{ minuten}$$

$$\text{Benodigde WBDBO gevel} = 0 \text{ minuten WBDBO}$$

Zuidgevel richting openbare weg Dronterringeweg

Gebruiksfunctie		industrie
Afstand tot doelgevel	meer dan:	100,0 m
Breedte brongevel		277,5 m
Hoogte brongevel:		11,0 m
Maatgevende vuurbelasting:		16,7 minuten
Gebruiksoppervlak brandcompartiment		12997 m ²
WBDBO eis gevel		16,7 minuten
Marge bedraagt:		0 minuten

$$F_v = 4 / 2\pi \times (h_r \times F_a \times \arctan(F_a) + (F_b/h_r) \arctan(F_b)) = 0,045$$

$$\varphi_{\text{doel}} = 2,0 \text{ kW/m}^2$$

$$C_a = 240 \text{ minuten}$$

$$\text{Benodigde WBDBO gevel} = 0 \text{ minuten WBDBO}$$

Westgevel richting perceelgrens

Gebruiksfunctie	industrie
Afstand tot doelgevel	8,0 m
Breedte brongevel	25,5 m
Hoogte brongevel:	11,0 m
Maatgevende vuurbelasting:	16,7 minuten
Gebruiksoppervlak brandcompartiment	12997 m ²
WBDBO eis gevel	16,7 minuten
Marge bedraagt:	0 minuten

$$F_v = 4 / 2\pi \times (h_r \times F_a \times \arctan(F_a) + (F_b/h_r) \arctan(F_b)) = 0,488$$

$$\varphi_{\text{doel}} = 22,0 \text{ kW/m}^2$$

$$C_a = 0 \text{ minuten}$$

$$\text{Benodigde WBDBO gevel} = 17 \text{ minuten WBDBO}$$