

# **Tijdelijke Action Haarlem**

## **Vuurlastberekening - brandcompartimentering**

Projectnr. M17 022.401

**Opdrachtgever** : Neptunus B.V.  
Neptunuslaan 2 5995 MA Kessel

Contactpersoon: dhr. J. Heijkers

**Adviseur** : K+ Adviesgroep bv  
Jodenstraat 6 6101 AS Echt  
Postbus 224 6100 AE Echt  
Tel: 0475 – 470 470  
E-mail: info@k-plus.nl

Behandeld door: dhr. N.C.H. Mevissen

.....

**Datum** : 10 februari 2017

**Referentie** : NM/SL/M17 022.401nen 6060.doc

## Inhoudsopgave

Hoofdstuk	Titel	Blad
1	Inleiding	4
2	Beperking aan het gebruik en risico's van een NEN 6060 - compartiment	6
2.1	Blijvende beperking aan het gebruik	6
2.2	Inzet brandweer	6
3	Toezichtarrangement	7
3.1	Uitvoering op het toezichtarrangement	7
3.2	Werkwijze	7
4	Bepaling van de vuurbelasting	8
4.1	Uitgangspunten	8
4.2	Maatregelpakketten ontwerpnorm NEN 6060:2015	8
4.3	Vuurbelasting	8
4.3.1	Permanente vuurbelasting	8
4.3.2	Variabele vuurbelasting	9
4.4	Rekenresultaten vuurbelasting	10
4.5	Gevaarlijke stoffen	11
4.6	Bepaling brandcompartimentsgrootte en brandpreventieve maatregelen	12
4.7	WBDBO-eis	13
5	Conclusie	16

### Bijlage(n):

Bijlage I	Berekeningsgegevens en –resultaten vuurlast NEN 6060-compartiment
Bijlage II	Berekening warmtestralingsflux

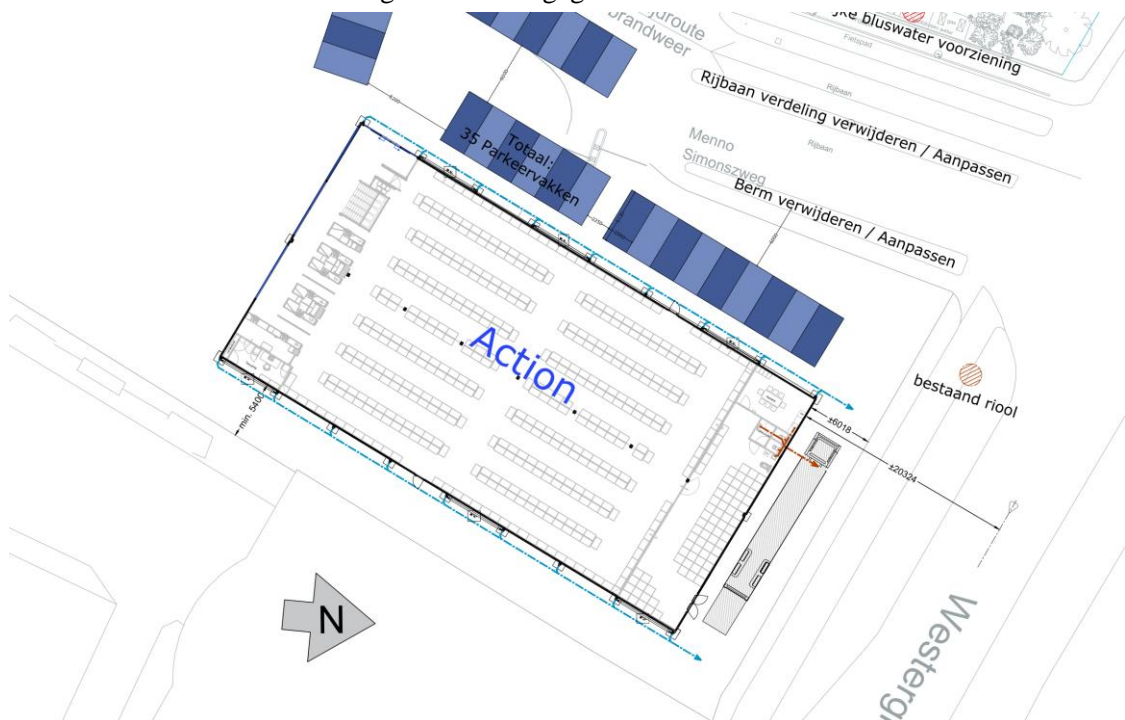
# 1 INLEIDING

In opdracht van Neptunus B.V. is voor het project “Tijdelijke Action Haarlem” een vuurlastberekening uitgevoerd ten behoeve van de brandcompartimentering.

De volgende aspecten zijn onderzocht:

- Brandveiligheid van het gebouw aan de hand van de norm NEN 6060:2015 “Brandveiligheid van grote brandcompartimenten” inclusief de daaruit te trekken conclusies.

De situatie is in onderstaande figuur 1.1 weergegeven.



Figuur 1.1: Situatie

In deze rapportage wordt onderbouwd waarom de winkel (inclusief het magazijn) onder voorwaarden mag worden beschouwd als één brandcompartiment. Het gebruiksooppervlakte van het gebouw bedraagt 1179 m<sup>2</sup>.

Het beoogde NEN 6060-compartiment omvat hoofdzakelijk de winkelfunctie met daaraan ondergeschikt de bijeenkomstfunctie, de kantoorfunctie en de overige gebruiksfunctie.

De norm NEN 6060:2015 is ontwikkeld om te bepalen onder welke voorwaarden grotere brandcompartimenten zouden kunnen worden toegestaan dan op grond van het Bouwbesluit mogelijk is en daarmee een vergelijkbaar veiligheidsniveau wordt bereikt.

Om tot een uitspraak over de brandduur (in minuten) te komen is de gemiddelde vuurbelasting berekend.

De berekening van de vuurbelasting is bepaald aan de hand van NEN 6090 en de norm NEN 6060:2015.

De berekeningsresultaten van de vuurbelasting en de maximale brandcompartimentsgrootte worden weergegeven in hoofdstuk 4, waarna in hoofdstuk 5 het benodigde voorzieningen-niveau samengevat is aangegeven.

## **2 BEPERKING AAN HET GEBRUIK EN RISICO'S VAN EEN NEN 6060 - COMPARTIMENT**

### **2.1 Blijvende beperking aan het gebruik**

Door een beroep te doen op de NEN 6060 koppelt de aanvrager het beoogde maximale gebruik qua totale vuurlast in het NEN 6060-compartiment aan de bouwkundige afmetingen van het gebouw. Een aldus gerealiseerd gebouw heeft daardoor een blijvende gebruiksbeperving die andere toepassingen in de weg kan staan. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker ervoor te zorgen dat het gebouw past bij het beoogde maximaal gebruik en dat de gestelde beperking niet wordt overschreden. Ook moeten de bijbehorende voorzieningen (bouwkundig, installatietechnisch en overig) blijvend in stand worden gehouden.

Indien het feitelijk gebruik een hogere vuurbelasting heeft dan waarop het gebouw is ontworpen, zullen de aangebrachte voorzieningen bij een brand waarschijnlijk tekort schieten. Hierdoor kan een onbeheersbare brand ontstaan, met veel schade en mogelijk onveiligheid buiten het NEN 6060-brandcompartiment.

Het is dus nodig dat de voorzieningen en het gebruik op elkaar afgestemd zijn en blijven. Dit is primair de verantwoordelijkheid van de eigenaar/gebruiker. De overheid heeft hierbij een toezichhoudende en handhavende taak.

### **2.2 Inzet brandweer**

Er dient rekening mee gehouden te worden dat de brandweer zich bij een eventuele brand defensief zal opstellen en uitbreiding naar de aangrenzende panden / percelen zal proberen te voorkomen.

### 3 TOEZICHTARRANGEMENT

Bij het toepassen van de NEN 6060 is een toezichtarrangement verplicht. De frequentie van het toezichtarrangement moet worden afgestemd met het bevoegd gezag.

#### 3.1 Uitvoering op het toezichtarrangement

Het toezichtarrangement moet worden uitgevoerd door een onafhankelijke en deskundige instelling. Het toezichtarrangement is aanvullend op en komt niet in de plaats van toezicht en handhaving door het bevoegd gezag.

Het toezichtarrangement moet de volgende elementen bevatten:

- met de frequentie zoals bepaald in 6.3.2 (NEN 6060), wordt door de instelling een controle uitgevoerd van de gebruiksbependingen en de voorzieningen die volgen uit toepassing van deze norm en het gekozen maatregelpakket;
- het bevoegd gezag ontvangt van de instelling een inspectierapport waarin de bevindingen van de controle zijn vastgelegd.

De kosten voor de controles door de instelling zijn voor rekening van de belanghebbende aanvrager/gebruiker.

#### 3.2 Werkwijze

Op een onaangekondigd moment moet worden gecontroleerd of:

- a) de aanwezige gemiddelde vuurbelasting in het NEN 6060-compartiment kleiner dan of gelijk is aan de toegelaten gemiddelde vuurbelasting,  $q$ , waarop de aanvraag is gebaseerd;
- b) de maatgevende vuurbelasting in het NEN 6060-compartiment kleiner dan of gelijk is aan de toegelaten maatgevende vuurbelasting,  $q_m$ , waarop de aanvraag is gebaseerd;
- c) de brandwerendheid van de scheidingsconstructies voldoet aan de gestelde eisen;
- d) de brandwerendheid en de werking van de zelfsluitende constructies ter plaatse van doorgangen in brandwerende scheidingsconstructies voldoen aan de gestelde eisen;
- e) voldaan wordt aan de voorwaarden voor de installaties, als bedoeld in 6.4 (NEN 6060), voor zover van toepassing. De instelling bepaalt de aanwezige vuurbelastingen, rapporteert ze en geeft ten minste voor de punten a) tot en met e) aan of hieraan wordt voldaan.

## 4 BEPALING VAN DE VUURBELASTING

### 4.1 Uitgangspunten

Voor de bepaling van de permanente en variabele vuurbelasting is gebruikt gemaakt van:

- Ontwerp van Neptunus B.V., project “Tijdelijke Action Haarlem”, datum 08-02-2017.

### 4.2 Maatregelpakketten norm NEN 6060:2015

De norm NEN 6060:2015 onderscheidt vier maatregelpakketten genummerd I tot en met IV. Deze pakketten stellen verschillende eisen/beperkingen aan het gebruik van het betrokken brandcompartiment.

- I. Het basispakket, waarin enkel door een gebruiksbeperking aan de maximale vuurlast en daarop afgestemde omhullingeisen, grotere brandcompartimenten mogelijk zijn dan het Bouwbesluit 2012 in de standaardpresentatie-eisen aangeeft.
- II. Door aanvullende eisen aan het brandgedrag van de inventaris en aan het aanbrengen van automatische branddetectie plus een installatie voor rook- en warmteafvoer zijn hier grotere compartimenten mogelijk dan bij pakket I (in overigens vergelijkbare omstandigheden).
- III. Een pakket speciaal voor brandcompartimenten bestemd voor bulkopslag, uitgaande van een relatief lage afbrandsnelheid van een ontwikkelde brand, installatietechnische eisen en een hoge eis aan de WBDBO naar andere ruimten.
- IV. Brandcompartimenten met gecertificeerde automatische blusinstallaties, eveneens met daarop afgestemde eisen aan de omhulling. Dit pakket heeft drie uitvoeringsvormen die afhankelijk van het gebruik (en de vuurlast) in toenemende mate grote brandcompartimenten mogelijk maken.

In de voorliggende situatie zijn we uitgegaan van maatregelpakket I.

### 4.3 Vuurbelasting

De vuurbelasting van een gebouw kan worden onderverdeeld in een permanente en een variabele vuurbelasting.

De permanente vuurbelasting wordt gevormd door de draag- en constructieonderdelen.

De variabele vuurbelasting bestaat uit de afbouwmaterialen, inrichting en inventaris.

#### 4.3.1 Permanente vuurbelasting

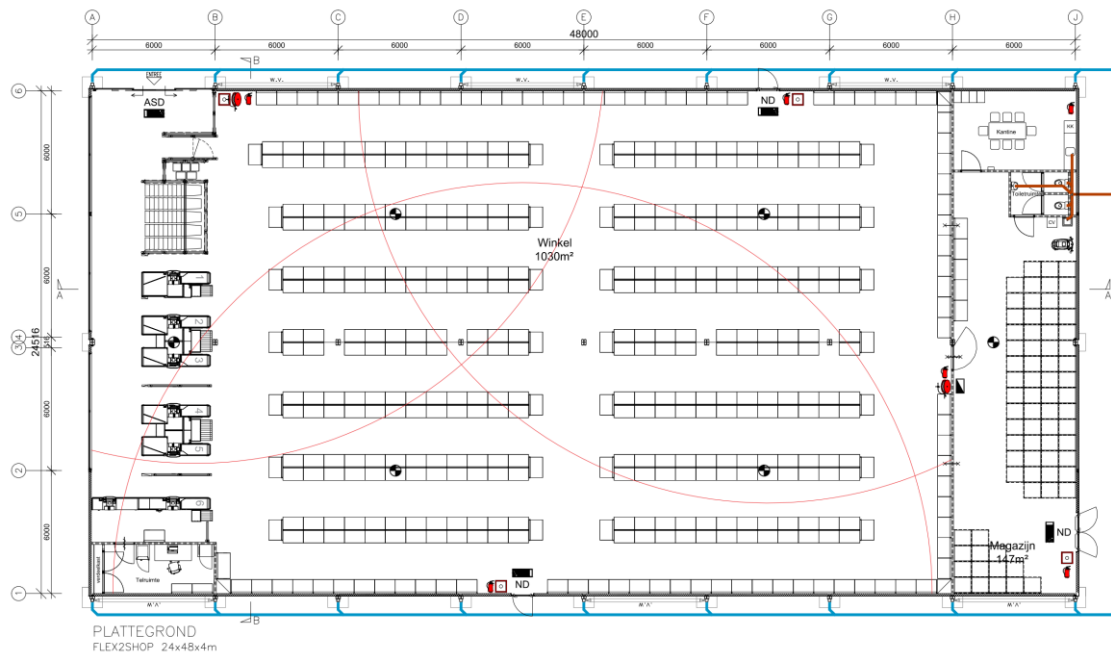
Bij het bepalen van de permanente vuurbelasting zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Houten systeemvloer (PIR isolatie);
- Binnenkozijnen staal;
- Buitenkozijnen aluminium;
- Draagconstructie aluminium;
- Sandwichpanelen gevel (staal-PIR-staal);
- Sandwichpanelen dak (staal-PIR-staal);
- Bekabeling (0,25 kg per m<sup>2</sup>).



### 4.3.2 Variabele vuurbelasting

De variabele vuurbelasting is bepaald op de inrichting zoals weergegeven in figuur 4.1, verstrekt door Neptunus B.V..



Figuur 4.1: inrichting tijdelijke Action Haarlem

Hierbij is uitgegaan van een hoogte van 1,44 m voor de stellingen in de looppaden en 2,44 m voor de wandstellingen.

In het magazijn zijn metalen karren aanwezig met een hoogte van 1,5 m waarin goederen zijn opgeslagen die ook in de winkel aanwezig zijn (voorraad).

Eén m<sup>3</sup> aan stelling weegt ongeveer 100 kg en heeft een verbrandingswaarde van 2.220 MJ.

Dit is als volgt opgebouwd:

- 40% kunststof (= 40 kg met een verbrandingswaarde van 31 MJ/kg);
- 25% textiel (= 25 kg met een verbrandingswaarde van 18,8 MJ/kg);
- 10% glas en metaal (= 10 kg met een verbrandingswaarde van 0 MJ/kg);
- 10% hout (= 10 kg met een verbrandingswaarde van 19 MJ/kg);
- 10% papier en karton (= 10 kg met een verbrandingswaarde van 17 MJ/kg);
- 5% levensmiddelen (= 5 kg met een verbrandingswaarde van 30 MJ/kg).

Verder zijn de volgende posten meegenomen in de berekening:

Omschrijving	Bijdrage	Verbrandingswaarde
Winkelaankleding	1.225 m <sup>2</sup>	38 MJ/m <sup>2</sup>
Reclamedisplays	4 m <sup>2</sup>	400 MJ/m <sup>2</sup>
Kassa's	6 st.	660 MJ/st.

Tabel 4.1: verbrandingswaarde winkel overig

Aanvullend is voor enkele ruimten (toiletten, kantine, telruimte, verdeelkast) de variabele vuurbelasting bepaald aan de hand van kengetallen van de SBR zoals omschreven in de publicatie “Brandveiligheid: Ontwerpen en Toetsen, Rekenen aan brandveiligheid, deel E : 2006”. In de voorliggende situatie is uitgegaan van de hoogste waarde zoals omschreven in onderstaande tabel 4.2.

Ruimtesoort	MJ/ m <sup>2</sup>	kg_vh/m <sup>2</sup>
Vluchtroutes (gangen, trappenhuizen/niet gestoffeerd Atrium Opslagruimte voor niet-brandbare materialen)	≤ 95	≤ 5
Aula Keuken Kantoorruimte Theorielokaal/collegezaal Opslagruimte moeilijk brandbare materialen	> 95 en ≤ 380	> 5 en ≤ 20
Woonkamer/slaapkamer Restaurant/eetzaal Practicumlokaal Productie- en opslagruimte (metaalachtige materialen)	> 380 en ≤ 570	> 20 en ≤ 30
Bibliotheek Archiefkamer Technische werkplaats (houtbewerking) Productie- en opslagruimte (hout, papier, kunststoffen) Magazijn/bergruimte containerruimte	> 570 en ≤ 1.340	> 60 en ≤ 120
Productie- en opslagruimte (brandbare vloeistoffen)	>1.340	>120

Tabel 4.2: Indicatieve waarden variabele vuurbelasting per ruimtesoort

Voor de volledige lijst wordt verwezen naar de berekening die is bijgevoegd in bijlage I.

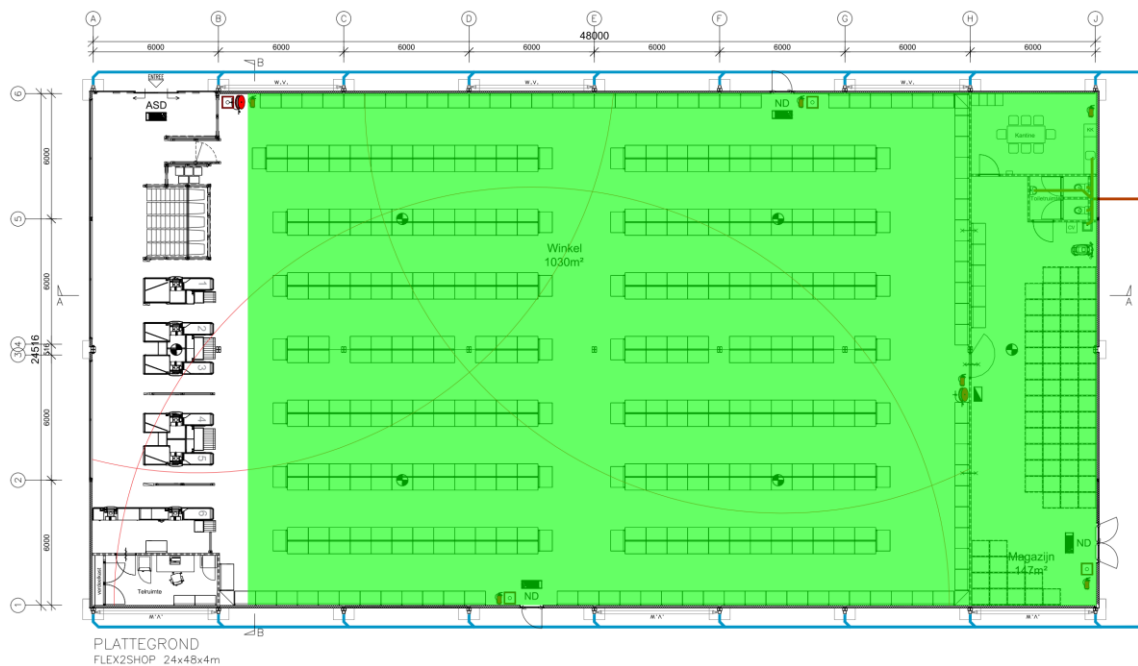
#### 4.4 Rekenresultaten vuurbelasting

De vuurbelasting is de som van permanente en variabele vuurbelasting. Daarnaast dient bij brandcompartimenten met een oppervlakte van meer dan 1.000 m<sup>2</sup> tevens de maatgevende vuurbelasting ( $q_m$ ) te worden bepaald, zijnde de gemiddelde vuurbelasting over de ongunstigste 1.000 m<sup>2</sup> (piekvuurbelasting).

De getalswaarde van de maatgevende vuurbelasting is kg vurenhout per m<sup>2</sup> en wordt gelijkgesteld aan de brandduur in minuten.

Op grond van voornoemde uitgangspunten is bepaald dat de vuurbelasting ca. 86,0 kg vurenhout per vierkante meter bedraagt.

De piekvuurbelasting is gebaseerd op de ongunstigste 1.000 m<sup>2</sup> (zie figuur 4.2, groen gearceerd gedeelte) en bedraagt ca. 96,8 kg vurenhout per vierkante meter.



Figuur 4.2: Maatgevende vuurbelasting

Voor nadere gegevens wordt verwezen naar de in bijlage I opgenomen rekenbladen.

Aan de hand van de gemiddelde vuurbelasting ( $q$ ) van ca. 86,0 kg vurenhout per vierkante meter is een nader onderzoek uitgevoerd naar de, in het kader van de NEN 6060:2015, toelaatbare afmetingen van het beoogde brandcompartiment, zie hoofdstuk 4.6.

#### 4.5 Gevaarlijke stoffen

Gevaarlijke stoffen en bij brand gevaar opleverende stoffen zijn in een NEN 6060-compartiment met bovenbouw beperkt tot de gebruikelijke regelingen. Bepalend zijn respectievelijk ministeriële regelingen en PGS 15 (16).

In de winkel worden geen gevaarlijke stoffen opgeslagen waarop de PGS voorschriften van toepassing zijn.

#### 4.6 Bepaling brandcompartimentsgrootte en brandpreventieve maatregelen

Onderstaande tabel 4.3 geeft de maximaal toelaatbare totale vuurlast in het NEN 6060-compartiment,  $L_{\max}$ , bij maatregelpakket I.

Gebruiksfunctie	Nieuwbouw kg vh	Bestaande bouw kg vh
Industriefunctie	600.000	750.000
Andere gebruiksfunctie	300.000	600.000

Tabel 4.3: Maximaal toelaatbare totale vuurlast in het NEN 6060-compartiment bij maatregelpakket I

De maximale toelaatbare gebruiksoppervlakte van het NEN 6060-compartiment,  $A_{\max}$ , uitgedrukt in  $m^2$ , wordt als volgt bepaald:

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

waarin:

$L_{\max}$  = maximaal toelaatbare totale vuurlast in het NEN 6060-compartiment die afhankelijk is van de gebruiksfunctie en de bouwwerkfase volgens tabel 1, in kg vh;

$q$  = gemiddelde vuurbelasting in het NEN 6060-brandcompartiment, bepaald volgens A.6, in kg vh/ $m^2$ .

Het gewenste NEN 6060-brandcompartiment heeft een gebruiksoppervlakte van 1.179  $m^2$ . De maximaal toelaatbare totale vuurlast in het NEN 6060-compartiment bedraagt conform tabel 4.3 maximaal 300.000 kg vh.

Op basis van deze gegevens mag de gemiddelde vuurbelasting niet meer bedragen dan  $300.000 / 1.179 = 254,4$  kg vh/ $m^2$ .

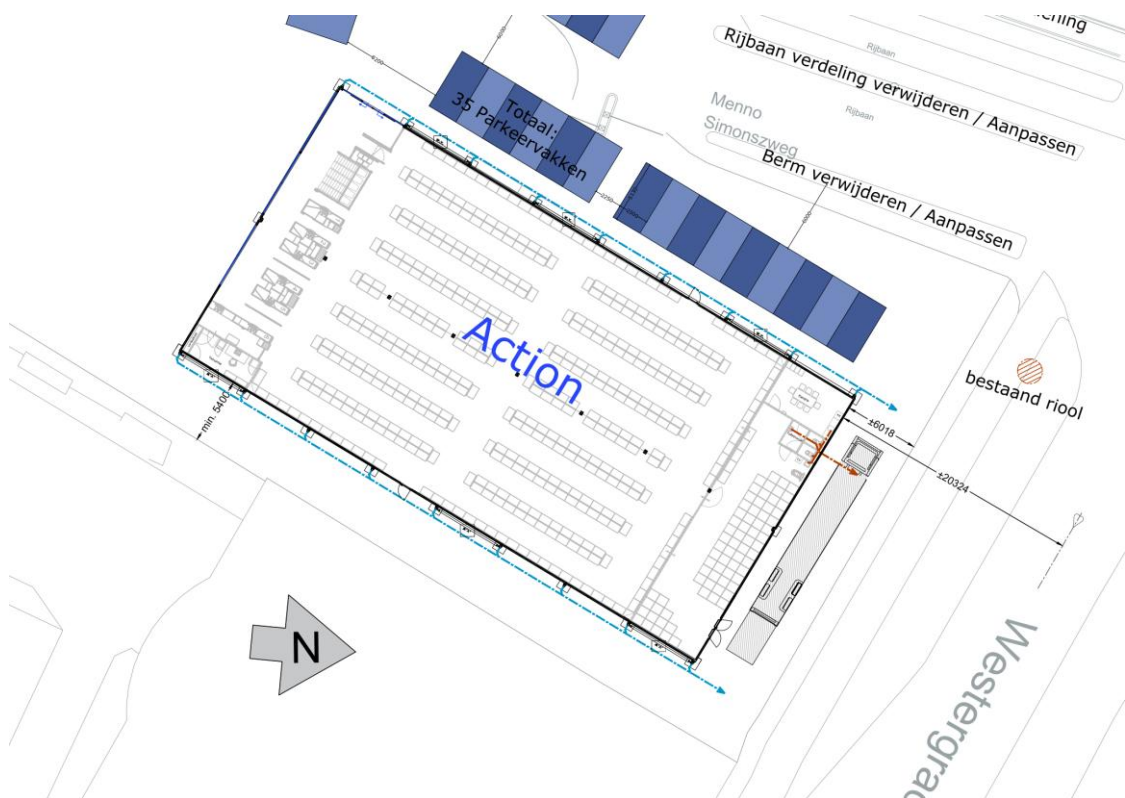
De gemiddelde vuurbelasting bedraagt ca.86,0 kg vh/ $m^2$  (zie hoofdstuk 4.4) waaruit volgt dat het gehele gebouw met een gebruiksoppervlakte van 1.179  $m^2$  als een groot NEN 6060-compartiment beschouwd mag worden.

In hoofdstuk 4.7 is een overzicht opgenomen van de eisen voor de omhulling.

#### 4.7 WBDBO-eis

Onder omhulling van een brandcompartiment wordt de begrenzing van het compartiment verstaan. Dit kan een vloer, dak of een wand zijn. De omhulling moet bestand zijn tegen de te verwachten brandduur, waarbij een extra toeslag (veiligheidsmarge) kan worden geëist. De toeslag conform de NEN 6060:2015 bedraagt 0 minuten, voor de omhulling van het brandcompartiment dient een WBDBO-eis van minimaal 97 minuten te worden aangehouden. Aan de hand van deze eis van 97 minuten is onderzocht welke reductie hierop in rekening kan worden gebracht vanwege afstand. Navolgend zijn de resultaten opgenomen.

In onderstaande figuur 4.3 zijn de afstanden tot de perceelsgrens weergegeven.



Figuur 4.3: Afstanden gebouw tot perceelsgrens

De vereiste brandwerendheid van een gevel = basiseis WBDBO – Ca – Cb.

waarin:

Basiseis WBDBO: de basiseis aan de gehele omhulling. De eis kan variëren van 60 tot 240 minuten;

Ca: de afstandbijdrage in minuten;

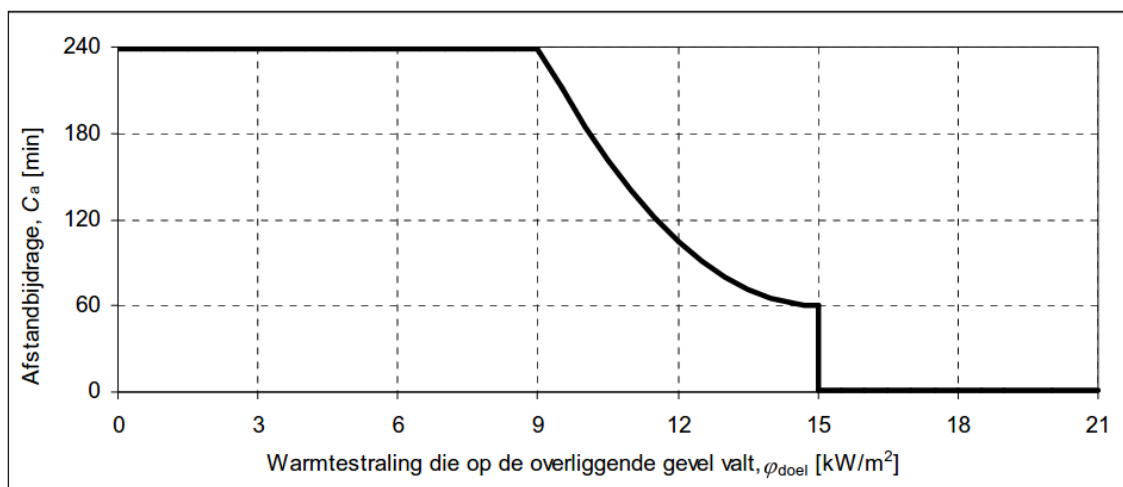
Cb: de brandwerendheid van de overliggende (doel)gevel:

- Op eigen perceel: de feitelijke brandwerendheid van de overliggende gevel;
- Langs perceelsgrens: er wordt geen brandwerendheid toegekend aan de gevel van het fictieve buurcompartiment.

De afstandsbijdrage voor het bepalen van de WBDBO is bepaald met behulp van het volgende normatieve verloop (zie figuur 4.4):

- Bij een stralingsniveau van 0 kW/m<sup>2</sup> t/m 9 kW/m<sup>2</sup> is er 240 minuten afstandsbijdrage.
- Bij een stralingsniveau tussen 9 kW/m<sup>2</sup> en 15 kW/m<sup>2</sup> is er sprake van een dalende functie ( $y = 5x^2 - 150x + 1185$ ) met een afstandsbijdrage van 240 tot 60 minuten; in de formule staat  $x$  voor  $\phi_{\text{doel}}$  in kW/m<sup>2</sup> en  $y$  voor  $C_a$  in minuten.
- Bij een stralingsniveau net onder 15 kW/m<sup>2</sup> is er een afstandsbijdrage van 60 minuten. Wordt het stralingsniveau van 15 kW/m<sup>2</sup> overschreden, dan is de afstandsbijdrage 0 minuten.

Om te voldoen aan een afstandsbijdrage van minimaal 97 minuten mag de stralingsflux niet groter zijn dan 12,3 kW/m<sup>2</sup>.



Figuur 4.4: Vertaling van warmtestraling naar een afstandsbijdrage,  $C_a$ , voor NEN 6060-compartimenten (scenario bezwijkende gevels)

Het mag voor zich spreken dat de afstandsbijdrage alleen geldt als er geen direct vlamcontact optreedt. Ook mag er geen convectief contact zijn.

De stralingsflux voor de maatgevende gevel (ZO-gevel) is bepaald met behulp van de onderstaande formule:

$$\Phi = 28,65 \times \left[ \frac{h}{\sqrt{h^2 + 4x^2}} \times \arctan \left[ \frac{b}{\sqrt{h^2 + 4x^2}} \right] + \frac{b}{\sqrt{b^2 + 4x^2}} \times \arctan \left[ \frac{h}{\sqrt{b^2 + 4x^2}} \right] \right]$$

waarin:

- $h$  = de vlamhoogte in m;
- $b$  = de breedte van de beschouwde gevel in m;
- $x$  = horizontale afstand tussen observatiepunt en de gevel van de brandruimte in m;
- arctan = uitgedrukt in radialen.

Hierbij is de vlamhoogte conform de NEN 6060:2015 bepaald middels onderstaande formules:

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

$$h_v = 10 \quad (16)$$

en

$$h_v = \frac{h}{2} \times \left( 1 + \sqrt{\frac{A}{2500} - 1} \right) \times \left( 1 + \sqrt{\frac{q_m}{60} - 1} \right) \quad (17)$$

met:

$A$  als in formule (17)  $A < 2500 \text{ m}^2$  moet  $2500 \text{ m}^2$  worden aangehouden, als in formule (19)  $A < 1000 \text{ m}^2$  moet  $1000 \text{ m}^2$  worden aangehouden;

$q_m$  als in de formule (17) of (19)  $q_m < 60 \text{ kg vh/m}^2$  moet  $60 \text{ kg vh/m}^2$  worden aangehouden.

waarin:

$h$  is de hoogte van de gevel van het NEN 6060-compartiment, in m;

$A$  is de gebruiksoppervlakte van het NEN 6060-compartiment, in  $\text{m}^2$ ;

$q_m$  is de maatgevende vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment, bepaald volgens A.7, in  $\text{kg vh/m}^2$ .

De afstand van de ZO-gevel tot de perceelsgrens bedraagt conform opgave Neptunus minimaal 5,4 m.

Ter plaatse van de overige gevels bedraagt de afstand tot aan gebouwen op eigen terrein, de perceelsgrens of hart openbare weg / openbaar groen / openbaar water meer dan 20 m, waardoor de afstandsbijdrage hier meer dan 97 minuten zal bedragen.

Dit betekent dat de NO-gevel, de NW-gevel en de ZW-gevel mogen worden uitgevoerd met een WBDBO van 0 minuten.

In tabel 4.4 en in bijlage II zijn de berekeningsresultaten opgenomen.

Hierbij is de minimale afstand berekend die nodig is om brandoverslag te voorkomen.

Hal 2 (maakt deel uit van NEN 6060- compartiment)							
Gevel	vlamhoogte [m]	breedte [m]	min. afstand [m]	tot	rekenafstand [m]	Straling [kW/m <sup>2</sup> ]	Ca [min]
ZO-gevel	5,51	48,34	4,75	perceelsgrens	9,50	12,2	>97

Tabel 4.4: Overzicht stralingsflux

Uit tabel 4.4 blijkt dat op basis van de afstandsbijdrage ook de ZO-gevel uitgevoerd mag worden met een WBDBO van 0 minuten.

Hierbij dient de afstand tot de perceelsgrens minimaal 4,75 m te bedragen.

## 5 CONCLUSIE

In opdracht van Neptunus B.V. is voor het project “Tijdelijke Action Haarlem” een vuurlastberekening uitgevoerd ten behoeve van de brandcompartimentering.

De winkel wordt beschouwd als één NEN 6060-compartiment. Het gebruiksoppervlakte bedraagt 1.179 m<sup>2</sup>.

Gezien de bepaalde vuurlast en grootte van gebouw, is het beoogde brandcompartiment bij toepassing van NEN 6060 maatregelpakket I, qua afmetingen toegestaan.

De omhulling van het 6060-compartiment mag op basis van de afstandsbijdrage worden uitgevoerd met een WBDBO van 0 minuten.



## **BIJLAGE I**

Berekeningsgegevens en –resultaten vuurlast NEN 6060-compartiment

Materiaal	aantal	A [m²]	d [m]	A*d [m³]	Rho [kg/m³]	Gewicht		Verbrandingswaarde		Verbrandingswaarde per m2 vloeroppervlak	
						[kg]	[m2]	hoeveelheid	eenheid	[MJ/m²]	[kg vurenhout/m²]
<b>Permanente vuurbelasting</b>											
Binnenkozijnen staal											
Buitenkozijnen aluminium											
Draagconstructie aluminium											
Houten vloer		1117,00	0,040	44,68	580	25914,40		19	MJ/kg	417,6	21,98
Vloerisolatie (PIR)***		1117,00	0,060	67,02	50	3351,00		27	MJ/kg	76,7	4,04
Sandwichpanelen gevel (staal-PIR-staal)**		353,02	0,120	42,36	50	2118,09		27	MJ/kg	48,5	2,55
Sandwichpanelen dak (staal-PIR-staal)*		393,00	0,095	37,34	50	1866,75		27	MJ/kg	42,8	2,25
Bekabeling (0,25 kg/m2)							294,75	45	MJ/m2	11,3	0,59
<b>Totaal permanente vuurbelasting</b>										<b>596,9</b>	<b>31,4</b>
<b>Variabele vuurbelasting</b>											
<u>Begane grond</u>											
Toiletten		5,9						95	MJ/m2	0,5	0,03
Kantine		23,1						570	MJ/m2	11,2	0,59
Telruimte		12,8						380	MJ/m2	4,1	0,22
Verdeelkast		1,3						380	MJ/m2	0,4	0,02
Stellingen looppaden (hoogte 1440 mm)		225,200	1,440	324,288				2220	MJ/m3	610,6	32,14
Stellingen wand (hoogte 2440 mm)		53,500	2,440	130,540				2220	MJ/m3	245,8	12,94
Metalen karren magazijn	73	0,580	1,500	63,510				2220	MJ/m3	119,6	6,29
Winkelaankleding							1179,00	38	MJ/m2	38,0	2,00
Reclame displays							4,00	400	MJ/m2	1,4	0,07
Kassa's (aluminum, kunststof)	6							660	MJ/st	3,4	0,18
Brandslanghaspels	2				30	60 m		33	MJ/m	1,7	0,09
<b>Totaal variabel vuurbelasting</b>										<b>1036,6</b>	<b>54,56</b>
<b>Totaal permanent en variabel</b>										<b>1633,5</b>	<b>86,0</b>

\* de volledige vuurbelasting van daken telt voor 1/3 mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment.

\*\* de volledige vuurbelasting van gevels telt voor 2/3 mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment.

\*\*\* de vuurbelasting telt in de eerste 10 cm van het grondoppervlakte mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment

Materiaal	aantal	A [m²]	d [m]	A*d [m³]	Rho [kg/m³]	Gewicht		Verbrandingswaarde		Verbrandingswaarde per m2 vloeroppervlak	
						[kg]	[m2]	hoeveelheid	eenheid	[MJ/m²]	[kg vurenhout/m²]
<b>Permanente vuurbelasting</b>											
Binnenkozijnen staal											
Buitenkozijnen aluminium											
Draagconstructie aluminium											
Houten vloer		1000,00	0,040	40,00	580	23200,00		19	MJ/kg	440,8	23,20
Vloerisolatie (PIR)***		1000,00	0,060	60,00	50	3000,00		27	MJ/kg	81,0	4,26
Sandwichpanelen gevel (staal-PIR-staal)**		353,02	0,120	42,36	50	2118,09		27	MJ/kg	57,2	3,01
Sandwichpanelen dak (staal-PIR-staal)*		333,33	0,095	31,67	50	1583,33		27	MJ/kg	42,8	2,25
Bekabeling (0,25 kg/m2)							250	45	MJ/m2	11,3	0,59
<b>Totaal permanente vuurbelasting</b>										<b>633,0</b>	<b>33,3</b>
<b>Variabele vuurbelasting</b>											
<u>Begane grond</u>											
Toiletten		5,9						95	MJ/m2	0,6	0,03
Kantine		23,1						570	MJ/m2	13,2	0,69
Stellingen looppaden (hoogte 1440 mm)		225,200	1,440	324,288				2220	MJ/m3	719,9	37,89
Stellingen wand (hoogte 2440 mm)		53,500	2,440	130,540				2220	MJ/m3	289,8	15,25
Metalen karren magazijn	73	0,580	1,500	63,510				2220	MJ/m3	141,0	7,42
Winkelaankleding							1000,00	38	MJ/m2	38,0	2,00
Reclame displays							4,00	400	MJ/m2	1,6	0,08
Brandslanghaspels	2				30	60 m		33	MJ/m	2,0	0,10
<b>Totaal variabel vuurbelasting</b>										<b>1206,0</b>	<b>63,47</b>
<b>Totaal permanent en variabel</b>										<b>1839,0</b>	<b>96,8</b>

\* de volledige vuurbelasting van daken telt voor 1/3 mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment.

\*\* de volledige vuurbelasting van gevels telt voor 2/3 mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment.

\*\*\* de vuurbelasting telt in de eerste 10 cm van het grondoppervlakte mee in de permanente vuurbelasting van het NEN 6060-compartiment

## **BIJLAGE II**

### Berekening warmtestralingsflux

**K+ Adviesgroep b.v.**  
**Echt**

**Berekening warmtestralingsflux bij brandcompartimenten volgende de NEN 6060**

---

Projektnr: **M17 022**  
Projekt: **Tijdelijke Action Haarlem**  
Datum: **10-02-17**

---

**Invoer variabelen**      **Action**  
**Gevel**                      **ZO-gevel**

vlamhoogte                      5,51 m  
breedte gevel                    48,34 m  
afstand                            9,50 m

$$\Phi = 28,65 \times \left[ \frac{h}{\sqrt{h^2 + 4x^2}} \times \arctan \left[ \frac{b}{\sqrt{h^2 + 4x^2}} \right] + \frac{b}{\sqrt{b^2 + 4x^2}} \times \arctan \left[ \frac{h}{\sqrt{b^2 + 4x^2}} \right] \right]$$

factor	a	0,278363573	$h / (\text{wortel}(h^2+4x^2))$
factor	b	1,182364054	$\arctan (b / (\text{wortel}(h^2+4x^2)))$
factor	c	0,930690637	$b / (\text{wortel}(b^2+4x^2))$
factor	d	0,10562313	$\arctan (h / (\text{wortel}(b^2+4x^2)))$

Stralingsflux                      28,65 \* (a\*b + c\*d)

**Stralingsflux                      12,2 kW/m2**

Eis WBDBO                      96,8 min  
Max. Stralingsflux <=            12,3 kW/m2

## Vlamhoogte $h_v$

Voor een andere gebruiksfunctie binnen het toepassingsgebied van 7.2 is  $h_v$  gelijk aan de kleinste waarde van:

$$h_v = 10 \quad (18)$$

en

$$h_v = \frac{h}{2} \times \left(1 + \sqrt{\frac{A}{1000} - 1}\right) \times \left(1 + \sqrt{\frac{q_m}{60} - 1}\right) \quad (19)$$

met:

$A$  als in formule (17)  $A < 2\,500 \text{ m}^2$  moet  $2\,500 \text{ m}^2$  worden aangehouden, als in formule (19)  $A < 1\,000 \text{ m}^2$  moet  $1\,000 \text{ m}^2$  worden aangehouden;

$q_m$  als in de formule (17) of (19)  $q_m < 60 \text{ kg vh/m}^2$  moet  $60 \text{ kg vh/m}^2$  worden aangehouden.

$h =$  4,34 m  
 $A =$  1179 m  
 $q_m =$  96,8 kg vh/m<sup>2</sup>

$h_v =$  5,50655 m