Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan:	Visser ATR
Van:	[redacted]
Datum:	26 januari 2024
Kopie:	
Ons kenmerk:	BI3497-104-RHD-ME-01
Classificatie:	Projectgerelateerd
Gecontroleerd door	[redacted]

Onderwerp: **Brandveiligheidsanalyse Afvalstoffen Visser ATR**

---

1 Introductie

Visser Afvalverwerking Transport en Recycling B.V. (Visser ATR) heeft in 2023 een aanvraag ingediend voor een revisievergunning voor haar inrichting te Harlingen, in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). Naar aanleiding van de terugkoppeling van FUMO (de omgevingsdienst Fryslân), dient Visser ATR de voorgenomen situatie te beoordelen aan de hand van de voorschriften van het Bouwbesluit 2012, met name het volgen van artikel 7.7 over een maximale warmtestralingsflux van 15 kW/m2 als de drempel voor de brandoverslag naar andere opslagvakken binnen haar terrein.

Visser ATR heeft Royal Haskoning B.V. (RHDHV) gevraagd om een brandveiligheidsanalyse uit te voeren voor de voorgenomen situatie. Deze brandveiligheidsanalyse geeft inzicht in de maatgevende brandgevaarlijke afvalstoffen scenario's op basis van de resultaten van brandconsequentiemodelleringen.

2 Beschrijving van de situatie

Visser ATR Harlingen bestaat uit de deellocaties Kelvinstraat 30 en Galvanistraat 1. Op het terrein zijn verschillende voorzieningen en activiteiten gerealiseerd zoals kantoorgebouwen, sorteerhalen, inpandige en uitpandige op- en overslagvoorzieningen voor afvalstoffen en containeropslagen. In deze memo is enkel de uitpandige opslag van brandgevaarlijke afvalstoffen geanalyseerd.

2.1 Overzicht van brandgevaarlijke stoffen

Voor het beoordelen van de brandgevaren in de uitpandige opslaglocaties binnen de inrichting is Tabel 2-4 van de aanvraag revisie omgevingsvergunning milieu Visser ATR Harlingen (Ref BI3497-101-103IBRP001F01), met een overzicht van de verschillende afvalstoffen, gebruikt.

Meerdere afvalstromen hebben een brandgevaar maar deze notitie gaat in op de maatgevende brandscenario's, d.w.z. de uitpandige opslaglocaties met een hoge warmteproductie per brandoppervlakte ("Heat release rate per unit area - HRRPUA"), de opslagcondities zoals de opslaghoogte en de afstanden tot andere brandgevaarlijke afvalstoffen. Daarna wordt brandmodellering voor bepaalde brandscenario's uitgevoerd. In meerder gevallen kunnen de resultaten van de gemodelleerde scenario's worden gehanteerd voor andere locaties met vergelijkbare brandeigenschappen. Als voorbeeld delen alle houtproducten een ongeveer dezelfde HRRPUA, dus de resultaten van dit conservatieve model kunnen

redelijkerwijs worden toegepast op andere locaties met dezelfde type brandstoffen en opslagcondities. De brandgevaarlijke afvalstoffen in uitpandige opslaglocaties zijn in Figuur 2-1 weergegeven. In de volgende paragrafen zijn de belangrijkste aandachtpunten per categorie van afvalstoffen beschreven.

Hout en houtproducten
Hout (behandeld of niet) en houtproducten worden in meerdere locaties op het terrein opgeslagen. De verbranding van houtproducten is afhankelijk van verschillende factoren, o.a. het type hout, de vochtigheid, en de grootte. In deze notitie ligt de nadruk op de opslag van geshredderde houtproducten vanwege een makkelijkere ontsteking en het risico van het transport van de brandende houtschilfers (firebrand) naar andere locaties door de wind.

Papier en karton
De brandeigenschappen van papieren en kartonnen zijn grotendeels vergelijkbaar met de geshredderde houtproducten zoals houtschilfers.

In deze analyse wordt voor deze afvalstoffenstroom geen consequentiemodellering uitgevoerd vanwege de relatief lagere opslaghoogte en grotere afstanden tot andere brandbare objecten t.o.v. de opslagsituatie voor de houtproducten. De resultaten van modellering van houtproducten worden dan ook als representatief gehanteerd voor de opslag van papier en karton.

Banden en (technische) rubbers
Branden van rubbers en banden zijn hoofdzakelijk heet en produceren veel rook. In meeste gevallen bestaan de banden uit natuurlijk rubber en zijn dus vergelijkbaar met vele typen van kunststoffen. De geometrie van banden echter, versterkt de vermenging van verse lucht met de brandbare stoffen en de HRRPUA van bandbranden is vrij hoog.

(Harde) Kunststoffen
De gebaalde en gegranuleerde kunststoffen hebben een verglijkbare warmteproductie als die van banden en (technische) rubbers. Echter is de grootte van brandbare stoffen aanzienlijk kleiner bij gegranuleerde kunststoffen dan bij de banden. Dit heeft namelijk invloed op het gemak van de ontsteking. Echter een brand van (gegranuleerde) kunststoffen wordt in deze notitie niet afzonderlijk gemodelleerd omdat deze notitie alleen op de gevolgen van verschillende brandscenario's focust. De conclusies vanuit het brandmodel van banden kan ook voor harde kunststoffen worden gehanteerd.

Textiel, matrassen en tapijten
Naast de brandeigenschappen van matrassen zijn de externe omstandigheden zoals ventilatie bepalend voor het brandgedrag van matrassen. Er is daarom geen vaste data beschikbaar over de HRRPUA van matrassen. In de huidige situatie worden textiel, matrassen en tapijten onder een overkapping opgeslagen zoals weergegeven in Figuur 2-1. Er wordt daarom geen effectmodellering voor deze locatie uitgevoerd vanwege de beperkte vlamhoogte (zolang de overkapping intact blijft) en de redelijks grote afstanden tot de andere brandgevaarlijke afvalstoffen.

Batterijen en accu's
Het brandgedrag van batterijen, namelijk door de Thermal Runaway en de daaropvolgende verbranding van de afgas is erg lastig te bepalen, dit vanwege de vele verschillende factoren o.a. batterijtechnologie, de batterijkracht, de ladingstoestand, enz. Er is nauwelijks experimentele data hierover beschikbaar en er kan daarom geen consequentiemodellering voor deze locaties worden uitgevoerd. Bovendien zijn de afstanden van batterijen tot andere brandbare afvalstoffen, zoals weergegeven in Figuur 2-1, redelijk groot in vergelijking met de overig beschouwde opslagvakken.

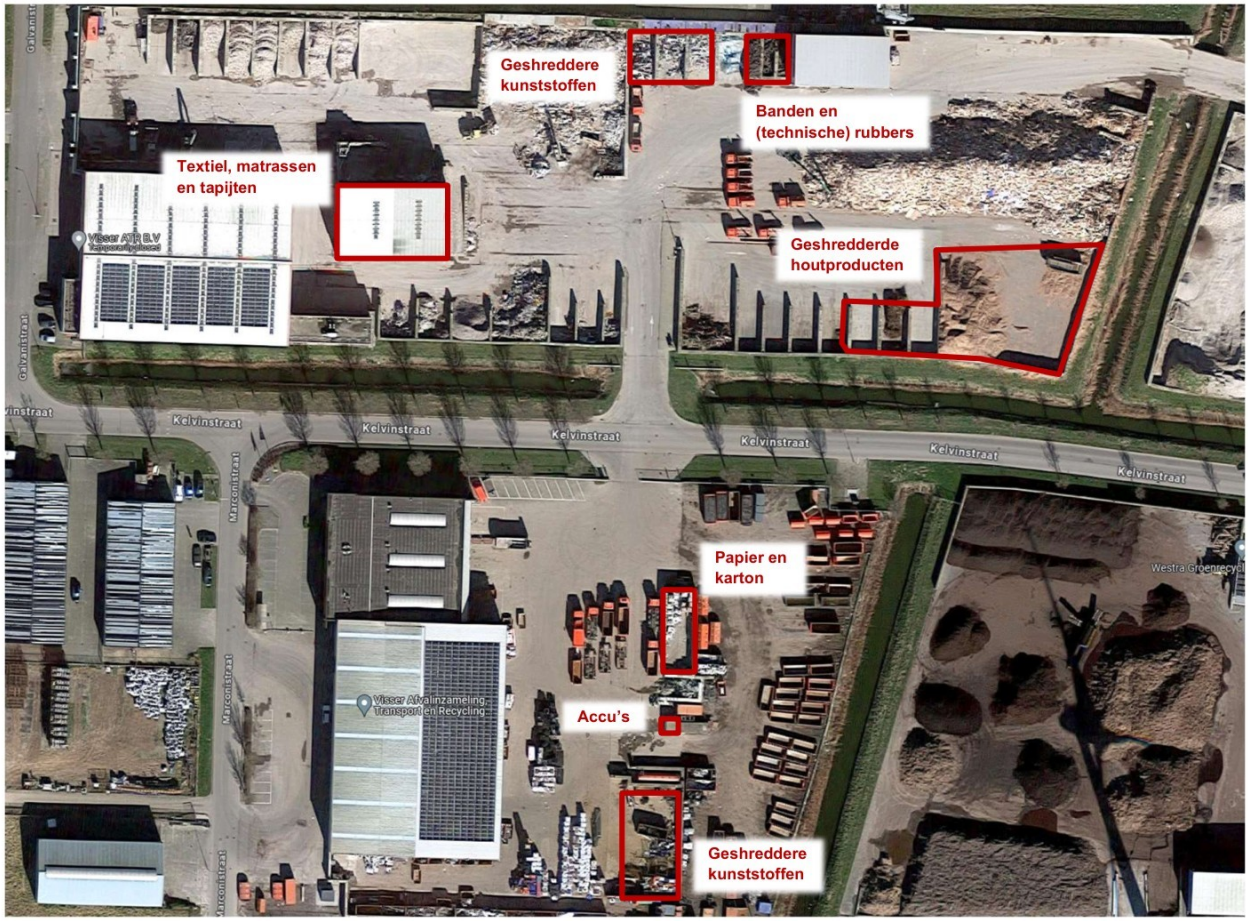
Huishoudelijk en bedrijfsafval

Het huishoudelijk afval en het bedrijfsafval kunnen verschillende brandbare stoffen bevatten, maar dit soort afval wordt in deze notitie niet als maatgevend beoordeeld, met name door een relatief lage

warmteproductie, de onbrandbaarheid van een deel van dit afval, en normaalgezien de hogere vochtigheid.

Bouw- en sloopafvalstoffen

De residuen van mengstromen van bouw- en sloopafval kunnen mogelijk brandbare stoffen bevatten, maar het bepalen van de hoeveelheid en de samenstelling van brandbare stoffen is niet mogelijk. In ieder geval wordt dit soort afval in deze notitie niet als maatgevend overwogen door de aanwezigheid van vele onbrandbare materialen. Een potentiële brand op de gemodelleerde locaties zal tot grotere brandgevolgen leiden dan bij een potentiële brand met bouw- en sloopafvalstoffen.



Figuur 2-1: Belangrijkste locaties van brandgevaarlijke afvalstoffen

3 Brandconsequentiemodellering

De effectmodellering van vaste brandbare stoffen is met het rekenprogramma FDS (Fire Dynamics Simulator) van de Amerikaanse NIST [1] uitgevoerd. FDS is globaal gevalideerd voor verschillende toepassingen met vaste brandbare stoffen. Hier moet worden opgemerkt dat de rekenprogramma's zoals Phast en Safeti niet kunnen worden toegepast op vaste brandbare stoffen. Daarom is voor de Computational Fluid Dynamics (CFD) methodiek gekozen.

3.1 Aandachtspunten CFD modellering

De effectberekeningen zijn gebaseerd op een omgevingstemperatuur van 10°C en een windsnelheid van 5 m/s. De vorm van de vlam en de daaropvolgende warmtestraling zijn sterk afhankelijk van de windsnelheid en de windrichting. In overeenstemming met de meest gehanteerde weeromstandigheden in Nederland wordt in deze brandveiligheidsanalyse voor een windsnelheid van 5 m/s gekozen, als een conservatieve aanname voor het huidig model. Een brand is in principe een voorbijgaand fenomeen en de resultaten, dus de aangegeven warmtestralingsfluxen zijn gemiddelde waarden voor 20-30s na het ontstaan van stabiele omstandigheden.

In CFD modellering wordt een bepaald volume verdeeld tot duizenden kubieke cellen en de berekeningen worden per cel uitgevoerd. De modellen in de huidige brandveiligheidsanalyse bevatten ca. 300.000 cellen van 20 cm tot 60 cm. Daarom zijn de afmetingen beperkt tot bepaalde factoren van 0,2-0,6 m. De daadwerkelijke afmeting worden dan ook gerelateerd aan de dichtstbijzijnde afstandsfactor. Als voorbeeld, een blokkenwand van 3,5 m kan alleen als 3,6 m worden gemodelleerd maar deze kleine nuances hebben geen impact op de resultaten en de conclusies.

Ondanks het feit dat de geschikte CFD modellen meer nauwkeurigere resultaten kunnen geven dan zone-modellen zoals met Phast en Safeti, zijn de modellen in principe een representatie van de werkelijke omstandigheden. Bij het interpreteren van de resultaten van alle rekenmodellen moet altijd rekening worden gehouden met een bepaalde mate van onzekerheidsmarge door het toepassen van modellering. Deze onzekerheden zijn een enerzijds te wijten aan de beperkingen van het rekenprogramma en anderzijds aan de beperkingen in de wetenschappelijke informatie voor het bouwen van de modellen. In deze analyse is geprobeerd de juiste data vanuit wereldwijd bekende handboeken[2] en wetenschappelijke tijdschriften te gebruiken maar de beschikbaarheid van de data over precies dezelfde omstandigheden is niet altijd haalbaar.

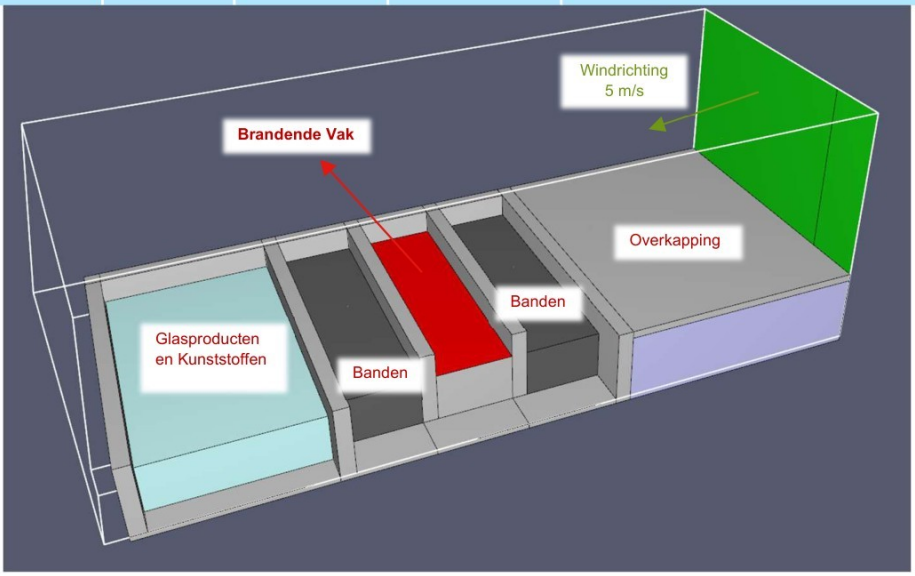
1 National Institute of Standards and Technology
2 Voorbeelden: "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering" en "NFPA Fire Protection Handbook"

3.2 Banden en (technische) rubbers

Er is weinig experimentele data beschikbaar in de literatuur over de HRRPUA van gestapelde banden. De belangrijkste bronnen zijn twee studies uitgevoerd door RISE[3] in Zweden en LLNL[4] in Amerika. Beide studies geven een maximale HRRPUA van ca. 1000 kW/m^2 aan voor gestapelde banden, dus deze waarde wordt in deze brandveiligheidsanalyse geselecteerd. Drie scenario's zijn gemodelleerd met verschillende opslaghoogtes en de hoogte van de blokkenwanden, zoals omschreven in Tabel 3-1 en weergegeven (één scenario) in Figuur 3-1.

Tabel 3-1: Aannames brandscenario's op banden

Scenario ID	Brandbare stof	HRRPUA (kW/m^2)	Oppervlakte (m^2)	Opslaghoogte (m)	Opmerkingen
A-1	Banden	1000	29,4	2,0	Blokkenwanden van 3,0 m hoogte tussen vakken
A-2	Banden	1000	29,4	2,4	Blokkenwanden van 3,0 m hoogte tussen vakken
A-3	Banden	1000	29,4	2,4	Blokkenwanden van 3,6 m hoogte tussen vakken



Figuur 3-1: Situatie brandscenario op banden

3.2.1 Resultaten en interpretatie

De warmtestralingsfluxen op andere afvalstoffen zowel bovenwinds als benedenwinds zijn gemeten en de gemiddelde waarden zijn in Tabel 3-2 samengevat. Figuren 3-2 en 3-3 geven de verschillende meetresultaten (niet gemiddeld) van temperatuur, luchtsnelheid en warmtestralingsflux weer.

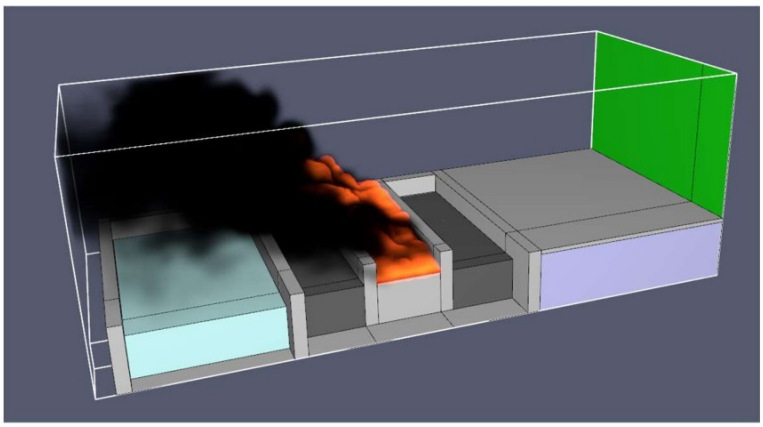
Tabel 3-2: Gemiddelde warmtestralingsflux op de naastgelegen afvalstoffen voor brandscenario op banden

Gemiddelde warmtestralingsflux (kW/m^2)	Scenario A-1	Scenario A-2	Scenario A-3
Meting op banden bovenwinds	1,0	1,3	2,5
Meting op banden benedenwinds	12,5	16,6	6,5
Meting op glasproducten kunststoffen benedenwinds	1,3	1,5	0,9

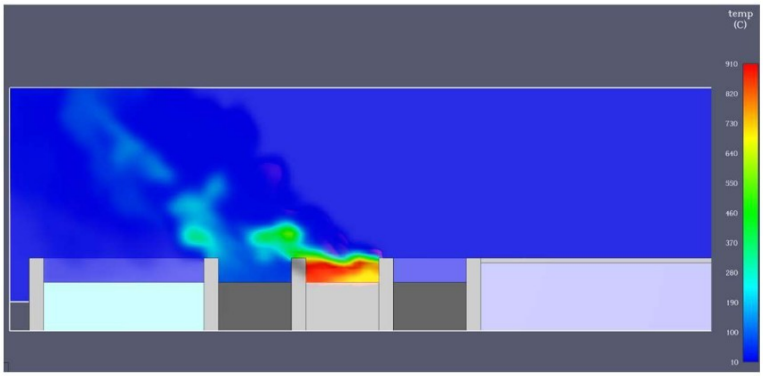
3 Vroeger: SP Swedish National Testing and Research Institute
4 Lawrence Livermore National Laboratory

Op basis van de deze resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

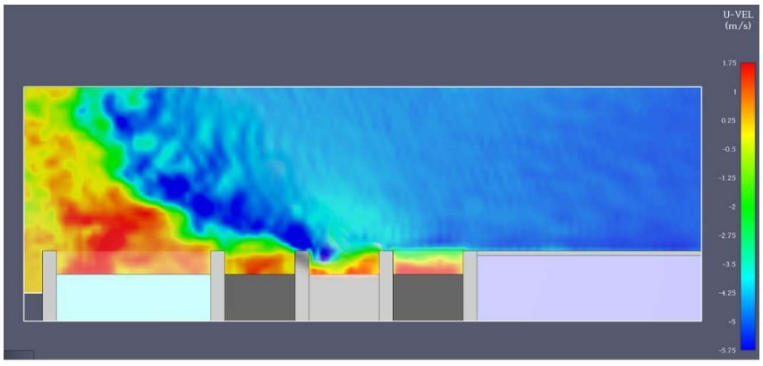
- Er is geen sprake van brandoverslag naar niet-direct-naastgelegen vakken van de brandende vak, d.w.z. in het geval van brand in het middenvak is er geen sprake van brandoverslag naar de vakken voor glasproducten en kunststoffen.
- Afhankelijk van de windrichting en snelheid kan er mogelijk sprake zijn van brandoverslag naar de direct-naastgelegen vakken. Met een opslaghoogte van 2,4 m en blokkenwanden van 3 m is de gemiddelde warmtestralingsflux op de banden benedenwinds hoger dan 15 kW/m^2.
- De hoogte van blokkenwanden is één van de bepalende factoren voor de brandoverslag. Met een opslaghoogte van 2,4 m en blokkenwanden van 3,6 m (1,2 vrije hoogte) is de gemiddelde warmtestralingsflux redelijk lager dan 15 kW/m^2.



(a)

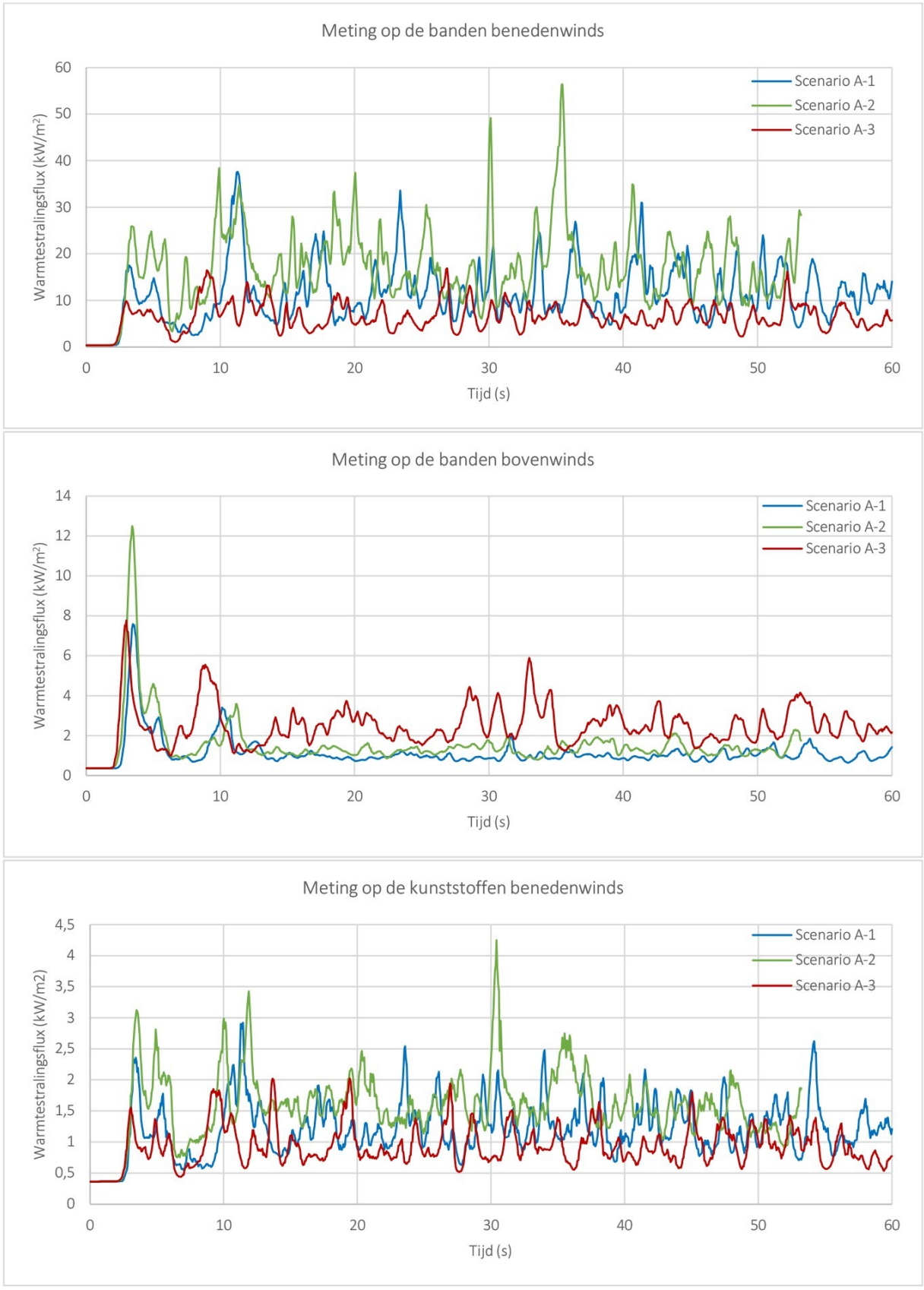


(b)



(c)

Figuur 3-2: Visualisatie van resultaten (niet gemiddeld). (a) Vlam en rook, (b): Temperatuur, (c): Luchtsnelheid



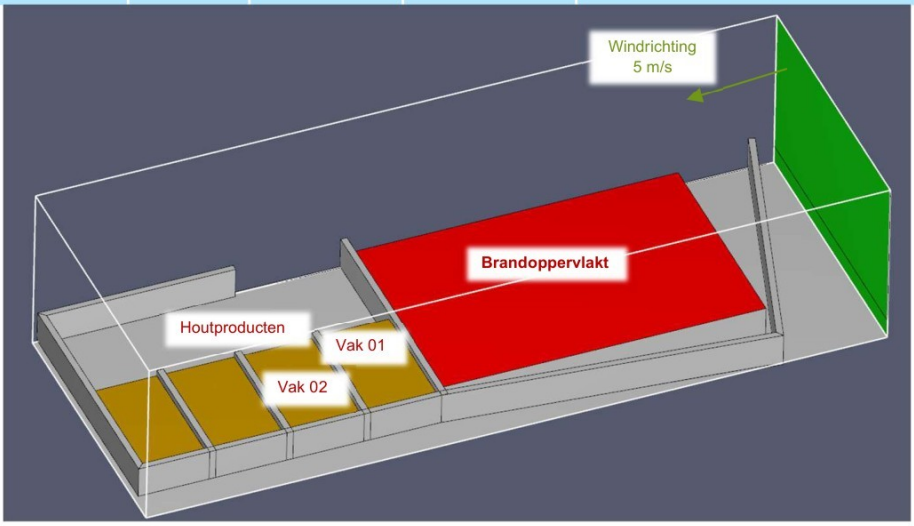
Figuur 3-3: Gemeten warmtestralingsflux op de naastgelegen afvalstoffen brandscenario op banden

3.3 Houtproducten

Vele studies geven experimentele resultaten voor de HRRPUA van houtproducten in verschillende vormen o.a. massief hout, houtschilfers en houtpellets. In deze brandveiligheidsanalyse zijn de waardes uit een studie in 2003 in Frankrijk[5] met houtafvalstoffen gehanteerd, d.w.z. een HRRPUA van ca. 200-600 kW/m^2. De hoogste drempel is gehanteerd als een conservatieve aanname maar voor de volledigheid is één model ook met 300 kW/m^2 berekend. Vier scenario's zijn hiervoor gemodelleerd en de belangrijkste aannames zijn in Tabel 3-3Tabel 3-1 samengevat. Een weergave van het model is in Figuur 3-4 gegeven.

Tabel 3-3: Aannames brandscenario's op houtproducten

Scenario ID	Brandbare stof	HRRPUA (kW/m^2)	Oppervlakte (m^2)	Opslaghoogte (m)	Opmerkingen
B-1	Houtproducten	300	600	3,0	Gemiddelde HRRPUA uit literatuur
B-2	Houtproducten	600	600	3,0	Conservatieve aanname voor HRRPUA
B-3	Houtproducten	600	200	3,0	Kleinere brandoppervlakte en hogere vlamhoogte
B-4	Houtproducten	600	200	4,2	Hogere opslaghoogte



Figuur 3-4: Situatie brandscenario op houtproducten

3.3.1 Resultaten en interpretatie

De warmtestralingsfluxen op de andere benedenwindse vakken zijn gemeten en de gemiddelde waarden zijn in Tabel 3-2 3-4 samengevat. Figuren 3-5 en 3-6 geven de verschillende meetresultaten (niet gemiddeld) van temperatuur, luchtsnelheid en warmtestralingsflux weer.

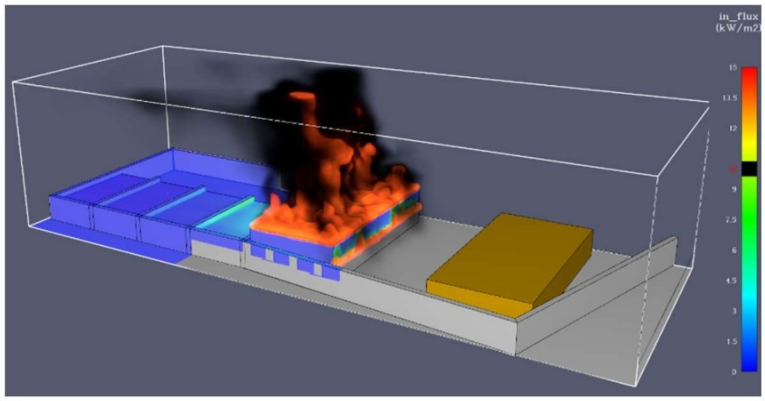
Tabel 3-4: Gemiddelde warmtestralingsflux op de naastgelegen afvalstoffen voor brandscenario op banden

Gemiddelde warmtestralingsflux (kW/m^2)	Scenario B-1	Scenario B-2	Scenario B-3	Scenario B-4
Meting op houtproducten vak 01	1,0	1,6	3,1	3,7
Meting op houtproducten vak 02	0,5	0,6	0,8	1,1

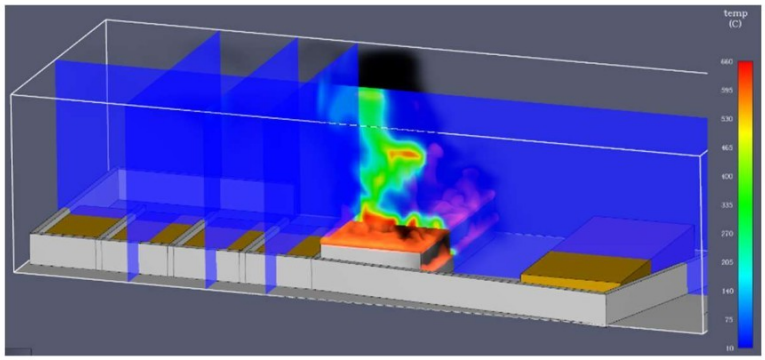
5 Influence of apparent density during the burning of wood waste furniture

Op basis van deze resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

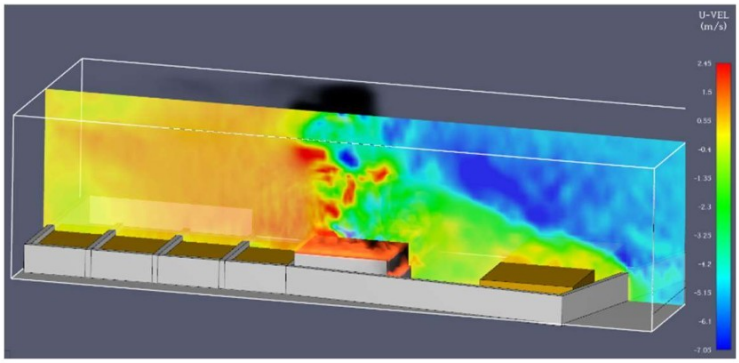
- De opslag van houtproducten tot 4,2 m (met blokkenwanden van 3,0 m) resulteert niet in een brandoverslag, d.w.z. de drempel van 15 kW/m^2 aangegeven door FUMO.
- Een klein brandoppervlak dicht bij de blokkenwanden resulteert in een hoger warmtestralingsniveau dan bij een groter brandoppervlak, met name door de hogere vlamhoogte en een meer efficiënte vermenging van verse lucht en de brandbare producten.
- Er wordt in de modellen geen rekening gehouden met een mogelijk transport van brandende houtdeeltjes (firebrands), maar de brandoverslag kan wel door het transport van brandende houtdeeltjes door de wind en het ontstaan van hotspots plaatsvinden. Hier wordt het aanbevolen om een geschikte techniek toe te passen om de verspreiding van brandende houtdeeltjes door de wind te voorkomen.



(a)

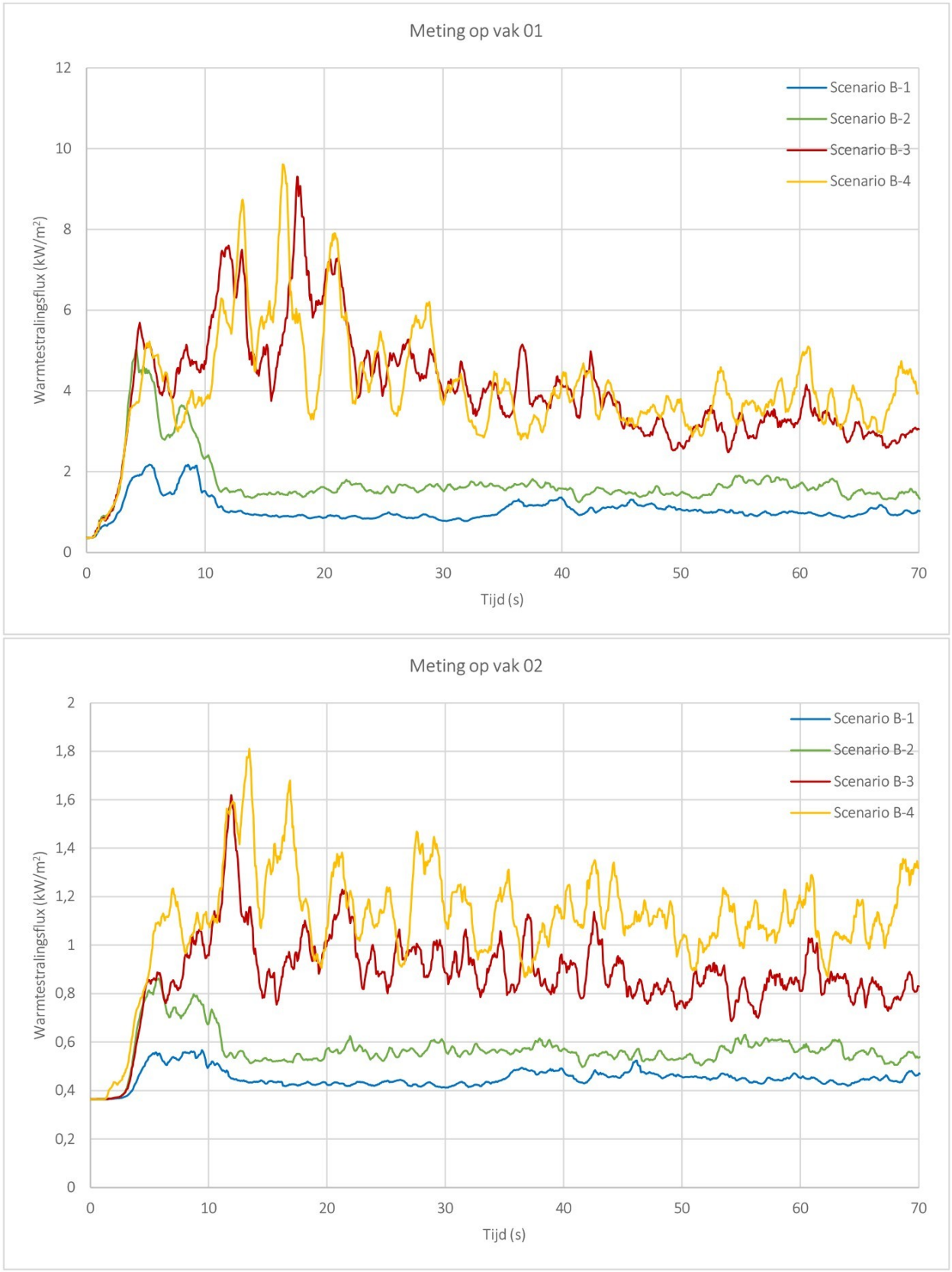


(b)



(c)

Figuur 3-5: Visualisatie van resultaten (niet gemiddeld). (a) warmtestralingsflux, (b): Temperatuur, (c): Luchtsnelheid



Figuur 3-6: Gemeten warmtestralingsflux op de naastgelegen vakken brandscenario houtproducten

4 Conclusies en samenvatting

Op het terrein van Visser ATR worden verschillende voorzieningen en activiteiten gerealiseerd. Deze notitie gaat in op de uitpandige opslag van brandgevaarlijke afvalstoffen. Hoewel er binnen de inrichting meerdere brandgevaarlijke afvalstoffen aanwezig zijn, ligt de nadruk in deze notitie op de maatgevende opslaglocaties, zoals weergegeven in Figuur 2-1. Brandscenario's zijn d.m.v. CFD-rekenmethodiek voor houtproducten en banden gemodelleerd. Op basis van de consequentieanalyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Voor banden, (technische) rubbers en vergelijkbare kunststoffen zal er nauwelijks sprake zijn van brandoverslag naar de direct-naastgelegen vakken in geval van een maximale opslaghoogte tot ca. 2,4 m en de blokkenwanden van ca. 3,5 m. Bij de niet-direct-naastgelegen vakken (of afvalstoffen op grotere afstanden) zijn de warmtestralingsfluxen lager zodat een maximale opslaghoogte van 2,4 m en blokkenwanden van ca. 3 m niet tot brandoverslag leidt.
- Voor verschillende vormen van hout en houtproducten, papier en kartonnen, en vergelijkbare afvalstoffen is er in de huidige situatie, als gevolg van de warmtestralingsflux, geen gevaar op brandoverslag naar andere vakken. Een brand op deze locaties kan zich echter mogelijk verspreiden naar andere vakken a.g.v. het door de winde verspreiden van brandende deeltjes (firebrands), o.a. brandende houtschilfers. Het modelleren van deze vorm van brandoverslag is zeer ingewikkeld en in dit geval wordt het aanbevolen om een geschikte techniek toe te passen om de verspreiding van brandende houtdeeltjes door de wind te voorkomen.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen