

Brandbeveiliging opslag kunststoffen

voor zover niet vallend onder de
CPR-15 richtlijnen

Projectnummer: 41 IN4040

Datum: 7 oktober 2005

Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding

Postbus 7010

6801 HA Arnhem

Telefoon: (026) 355 24 00

Fax: (026) 351 50 51

e-mail: info@nibra.nl



Deze rapportage is door het Nibra vervaardigd in opdracht van de Provincie Flevoland.

Onderzoek

ing. Jans Weges

ing. Margrethe Kobes

ing. Vincent van Vliet

Review

Prof. dr. B.J.M. Ale MIFireE

INHOUD

| | |
|---|----|
| Hoofdstuk 1 | 5 |
| Inleiding | 5 |
| 1. Aanleiding voor onderzoek | 5 |
| 2. Doel van het onderzoek en onderzoeksvraag | 5 |
| 3. Onderzoeksopzet | 5 |
| Hoofdstuk 2 | 7 |
| Wetgeving en richtlijnen | 7 |
| 1. Milieuwetgeving | 7 |
| 2. Bouwbesluit 2003 | 9 |
| 3. Bouwverordening | 10 |
| 4. Brandweerwet 1985 | 11 |
| 5. Afvalregelingen | 11 |
| 6. Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) | 12 |
| 7. Buitenlandse richtlijnen | 13 |
| Hoofdstuk 3 | 19 |
| Brand in kunststofopslagen | 19 |
| 1. Inleiding | 19 |
| 2. Brand | 19 |
| 3. Brandgedrag van kunststoffen | 19 |
| 4. Branden in kunststofopslagen | 21 |
| 5. Verloop van de kunststofbrand | 25 |
| 6. Emissie bij brand | 26 |
| 7. Conclusies | 28 |
| Hoofdstuk 4 | 29 |
| Uitgangspunten brandbeveiligingsconcept kunststofopslagen | 29 |
| 1. Doelstellingen van brandbeveiliging | 29 |
| 2. Standaard brandkromme | 29 |
| 3. Normatief brandverloop | 30 |
| 4. Vuurbelasting | 32 |
| 5. Veiligheidsketen | 33 |
| 6. Brandveiligheidsbalans | 35 |
| Hoofdstuk 5 | 39 |
| Toetsingseisen | 39 |
| 1. Planologie | 39 |
| 2. Bouwkunde | 39 |
| 3. Installatietechniek | 45 |
| 4. Gebruik | 45 |
| 5. Interne organisatie | 46 |
| 6. Inzet brandweer | 46 |
| Referenties | 51 |
| Begrippenlijst | 55 |
| Lijst met afkortingen | 59 |
| Bijlage 1 | 61 |
| Bijlage 2 | 65 |
| Bijlage 3 | 67 |



HOOFDSTUK 1

Inleiding

1. Aanleiding voor onderzoek

De huidige regelgeving, het Bouwbesluit en de Milieuwetgeving, is niet of onvoldoende toegespitst op grootschalige opslag van brandbare stoffen, zoals kunststoffen. De opslag van (milieu)gevaarlijke stoffen is geregeld in CPR-richtlijnen (Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen). Deze zijn echter niet van toepassing op een grote categorie brandbare stoffen, die bij brand wel kunnen leiden tot schadelijke gevolgen voor gezondheid en milieu.

De provincie Flevoland is bevoegd gezag voor de milieuvergunningen van diverse bedrijven waarbij brand een significante bedreiging van het milieu kan inhouden. De provincie heeft behoefte aan een toetsingskader voor dit type bedrijven, waarop de milieuvergunning en de handhaving kan worden gebaseerd.

2. Doel van het onderzoek en onderzoeksvraag

Primair doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een brandbeveiligingsconcept voor de opslag van brandbare kunststoffen die niet vallen onder de huidige CPR-15 richtlijnen. De laatste toevoeging betekent dat de opgeslagen stoffen in hun natuurlijke staat als 'niet (milieu)gevaarlijk' worden beschouwd.

Het brandbeveiligingsconcept besteedt zowel aandacht aan de eisen die moeten worden gesteld:

- aan de brandveiligheid ten behoeve van de directe omgeving
- vanuit oogpunt van beheersbaarheid van de brand
- ter bescherming van het milieu ingeval van een brand.

De eisen met betrekking tot beheersbaarheid van brand en bescherming van het milieu hangen vanzelfsprekend direct samen: een grotere kans op (lucht)milieuschade bij brand vereist een hogere mate van beheersbaarheid.

Dit brandbeveiligingsconcept voor de opslag van kunststoffen geeft antwoord op de volgende onderzoeksvraag:

Welke toetsingseisen met betrekking tot beheersbaarheid van brand en schade aan het milieu zijn af te leiden van het te ontwikkelen brandbeveiligingsconcept voor opslag van kunststoffen i.c. (afval)plastic?

Het concepttoetsingskader is in een vervolgonderzoek toegepast op een recyclingbedrijf; op grond van de ervaring met de toepassing is het toetsingskader verduidelijkt.

3. Onderzoekopzet

Het onderzoek is gebaseerd op literatuuronderzoek met betrekking tot casestudies van branden in kunststofopslagen. Naast deze casuïstiek is gekeken welke wetgeving en regelgeving van kracht is voor inrichtingen waar (van nature) gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen, de zogenaamde CPR-15-bedrijven. Tevens is gezocht naar titels op grond waarvan nadere eisen gesteld kunnen worden aan inrichtingen waar niet-gevaarlijke stoffen zoals kunststof worden opgeslagen. De regelgeving aangaande het systeem van afvalbeheersing is bestudeerd omdat de problematiek van recycling van kunststoffen aanleiding was tot dit



onderzoek. Tenslotte is de Handreiking opslag van autobanden [Nibra, 2002] geraadpleegd om uniformiteit na te streven met de benadering van de problematiek, eveneens als niet-(milieu)gevaarlijk gestelde stof.

HOOFDSTUK 2

Wetgeving en richtlijnen

I. Milieuwetgeving

De Wet milieubeheer is gericht op de bescherming van het milieu. Uit informatie van het ministerie van VROM blijkt dat het ontstaan van een brand sec geen milieuaspect is dat bescherming verdient, tenzij er ten gevolge van een brand buiten de inrichting milieueffecten optreden. Voorbeelden van dit laatste zijn:

- emissie van schadelijke stoffen bij brand
- vervuiling van de bodem als gevolg van verontreinigd bluswater
- brandoverslag naar woningen/bedrijven, waarbij de gezondheid en veiligheid van personen in het geding is.

De maatregelen ter voorkoming van milieueffecten buiten de inrichting betreffen het beperken of voorkomen van gevaar van branduitbreiding door straling en brand. Brand moet conform artikel 17.1 van de Wet milieubeheer als een "ongewoon voorval" gezien worden. In artikel 17.3 wordt het bestaanrecht van dit rapport verwoord: ... aanpassing van de vergunning om herhaling (van de gevolgen van dat voorval) te voorkomen...".

Alhoewel artikel 17 van de Wet milieubeheer de mogelijkheid biedt om repressief voorwaarden te stellen ter voorkoming dan wel beperking en ongedaan maken van de gevolgen van een ongewoon (voorzienbare) voorval, gaat deze wet in principe uit van de normale bedrijfsvoering¹.

Brandcompartimentering ex Bouwbesluit 2003 is een voor de hand liggende maatregel om de gevolgen van een ongewoon voorval als brand te beperken.

1.1 CPR-14 ('Gele boek'; rekenmethoden)

Het 'Gele boek' geeft een rekenmethodiek waarmee de minimale benodigde afstand om brandoverslag te voorkomen, berekend kan worden. De warmtestraling, de intensiteit van de straling, die wordt ontvangen door naastgelegen objecten is daarbij een belangrijke grootheid. In de CPR richtlijnen wordt gesproken over 'kritische stralingsintensiteiten'.

Als grenswaarden worden drie waarden genoemd, namelijk 1, 3 en 10 kW/m²:

- 1 kW/m² is de waarde waarbij na geringe blootstellingduur geen pijn wordt gevoeld. Bij langdurige blootstelling kan wel schade optreden;
- 3 kW/m² is de waarde waaraan voor korte duur blootstelling mag plaatsvinden om te kunnen vluchten;
- 10 kW/m² is de grenswaarde die in de industrie als maximum wordt gehanteerd om brandoverslag tussen gebouwen en andere brandbare objecten te voorkomen.

De rekenwijze en de normen zijn relevant voor de bepaling van maatregelen ter beperking van brandgevaar zowel binnen als buiten de inrichting respectievelijk voor de inzet van de brandweer ten behoeve van het beheersen van de brand en de gevolgen daarvan.

1.2 CPR-15 (Opslag gevaarlijke stoffen in emballage)

Een deel van de grond- en hulpstoffen die door kunststofproducerende bedrijven worden gebruikt, valt onder de categorie milieugevaarlijke stoffen. Bij de opslag en het gebruik van milieugevaarlijke stoffen dienen voorzieningen ten aanzien van (milieu)veiligheid genomen te zijn. Eisen ten aanzien van de opslag zijn vastgelegd in richtlijnen door de Commissie

¹ De faculteit rechtsgeleerdheid van de Universiteit van Utrecht voert in opdracht van het ministerie van VROM een evaluatie uit van artikel 17.

Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen. De belangrijkste richtlijnen voor deze branche zijn de CPR15-1 en CPR15-2 (Opslag van gevaarlijke stoffen in emballage).

Kunststof zelf is onder normale omstandigheden geen gevaarlijke stof in de zin van CPR15 of Wet milieubeheer. Bij brand met kunststoffen komen echter gevaarlijke stoffen vrij die in andere omstandigheden wel onder deze wetgeving vallen.

Bij de bepaling van maatregelen ter voorkomen of beperking van het gevaar van de gevolgen van kunststof(afval)opslag wordt in dit rapport, waar mogelijk, gerefereerd aan normen uit de CPR-15 (PGS 15).

1.3 Status CPR-richtlijnen

De voormalige commissie voor Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen (CPR) bracht de zogenoemde CPR-richtlijnen uit. VROM brengt de CPR-richtlijnen opnieuw uit in de publicatiereeks 'Gevaarlijke Stoffen' (PGS). Deze reeks vervangt de CPR-richtlijnen.

De CPR-14 ('het gele boek') gaat verder onder de naam PGS 2.

De CPR 15-1 (Opslag van gevaarlijke stoffen in emballage, opslag van vloeistoffen en vaste stoffen), de CPR 15-2 (Opslag van gevaarlijke stoffen, chemische afvalstoffen bestrijdingsmiddelen in emballage, opslag van grote hoeveelheden), de CPR 15-3 (Opslag van bestrijdingsmiddelen in emballage, opslag van bestrijdingsmiddelen in distributiebedrijven en aanverwante bedrijven) en de Leidraad voor de vergunningverlening voor de opslag van verpakte gevaarlijke stoffen bij stuwadoorsbedrijven worden vervangen door de PGS 15. Tevens vervangt PGS 15 het hoofdstuk 8.3 'opslag van gevulde spuitbussen' uit de richtlijn CPR 11-6 (Propana, vulstations voor spuitbussen met propaan, butaan en dimethyl-ether als drijfgas).

Belangrijke wijziging in deze nieuwe publicatie is dat de indeling van gevaarlijke stoffen is gebaseerd op de vervoerswetgeving (ADR). De wijzigingen zijn voorshands niet relevant voor kunststofrecyclebedrijven.

1.4 Besluit opslag- en transportbedrijven milieubeheer [VROM, 15 juni 2000]

Dit besluit, ex artikel 8.40 van de Wet milieubeheer, is onder andere van toepassing op een inrichting die uitsluitend of in hoofdzaak bestemd is voor: "... Art. 2. lid 1a. het opslaan, overslaan en transporteren over de weg, van goederen of producten, of ..." en "... Art. 2. lid 2 ...voor een samenstel van bedrijvigheden zoals bedoeld in het eerste lid onder a ...". Als voorbeeld van een dergelijke inrichting kan genoemd worden een distributiecentrum. Kunststofrecyclebedrijven die uitsluitend de inzameling verzorgen vallen onder dit besluit (art. 8.40-inrichting); bedrijven die naast de inzamel- of distributieactiviteit ook afvalstoffen verwerken vallen echter niet onder dit besluit maar onder de algemene noemer ex artikel 8.1 van de Wet milieubeheer (art. 8.1-inrichting).

Artikel 3 van dit besluit stelt het besluit buiten werking wanneer in het bedrijf andere, kennelijk milieutechnisch bezwaarlijkere activiteiten plaatsvinden. Dit is het geval wanneer er per jaar meer dan 1000 m³ afvalstoffen van buiten de inrichting worden overgeslagen (Art. 3, d. 3) en de opslagcapaciteit van deze afvalstoffen meer dan 35 m³ bedraagt (Art. 3, d. 1).

Het Besluit opslag- en transportbedrijven milieubeheer zal op grond van artikel 3 van dit besluit doorgaans niet van toepassing zijn op kunststofrecyclebedrijven; deze bedrijven zijn dus zogenaamde art. 8.1-inrichtingen.

1.5 Besluit bouw- en houtbedrijven milieubeheer [VROM 22 juli 2000]

Artikel 3 lid 3 van dit besluit sluit inrichtingen voor de kunststofrecycling uit omdat in de inrichting afvalstoffen worden op- of overgeslagen die niet binnen de bedrijfseigen activiteiten zijn ontstaan en voor zover de inrichting beschikt over een opslagcapaciteit van meer dan 35 m³ voor afvalstoffen dan wel gevaarlijke afvalstoffen, of een overslagcapaciteit heeft van meer dan 1000 m³ per jaar voor afvalstoffen.

Het Besluit bouw- en houtbedrijven milieubeheer zal op grond van artikel 3 dit besluit doorgaans niet van toepassing zijn op kunststofrecyclebedrijven.

2. Bouwbesluit 2003

In het Bouwbesluit² zijn eisen omschreven voor bestaande bouwwerken en voor nieuwbouw. Het minimale niveau waaraan een bouwwerk moet voldoen is het niveau bestaande bouw. Voor bestaande industriegebouwen geldt dat een gebouw met oppervlakte groter dan 3000 m² moet zijn opgedeeld in brandcompartimenten. Bij nieuwe industriegebouwen geldt een oppervlakte van maximaal 1000 m² per brandcompartiment.

De veiligheidsmaatregelen in het Bouwbesluit 2003 zijn gericht op de veiligheid van mensen in het gebouw, de bescherming van belendingen en de mogelijkheid voor hulpverleners, met name de brandweer, om adequaat op te treden. Rookverspreiding buiten het gebouw valt buiten het bereik van dit besluit.

2.1 Beheersbaarheid van brand; bouwstenen voor regelgeving, oktober 1995

Grotere compartimentering dan 1000 m² is mogelijk, mits het compartiment zodanig is ingericht dat een gelijkwaardig veiligheidsniveau wordt behaald. Terzake van het beperken van de branduitbreiding wordt in de toelichting van het Bouwbesluit verwezen naar het rapport van het ingenieurs/adviesbureau SAVE »Beheersbaarheid van brand; bouwstenen voor regelgeving« van oktober 1995³.

2.2 Compartimentering

In het Bouwbesluit is vastgelegd dat een niet-besloten verblijfsruimte in een brandcompartiment ligt, waarbij een verblijfsruimte ook een opslagfunctie kan hebben. Niet-besloten betekent dat de (opslag)ruimte niet aan alle zes zijden gesloten of zelfs geheel open is⁴. Dit betekent dat de opslag op het buitenterrein ook gecompartmenteerd dient te zijn. Ook is bepaald dat een ruimte, die bestemd is voor de opslag van bij ministeriële regeling aangegeven, (brandbare, brandbevorderende of⁵) bij brand gevaar opleverende stoffen, een brandcompartiment is. Verder is gesteld dat volgens NEN 6068 bij de erfgrans, op basis van 'spiegelsymmetrie' (zie Begrippenlijst), een weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag nodig is van ten minste 20 minuten bij bestaande bouwwerken respectievelijk 30 minuten bij nieuwe bouwwerken.

2.3 NEN 6068, voorschrift 6.3.5 (Vaststelling van de weerstand tegen brandoverslag)

Vanuit het Bouwbesluit wordt verwezen naar de NEN 6068. Hierin wordt aangegeven hoe de weerstand tegen brandoverslag tussen de beschouwde gebouwen moet worden bepaald. De maximale waarde van de ontvangen stralingsflux⁶ (berekend cf. voorschrift 7.3.4.2 van NEN 6068) mag daarbij niet groter zijn dan 15 kW/m² (vergelijk par. 4.1).

Voor het toetsingskader voor kunststofopslagen hanteert het Nibra de NEN-norm. Bij 15 kW/m² zal er zeker binnen een korte tijd brandoverslag plaatsvinden.

2.4 Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand (Onderzoeksrapportage met Reken- en Beslismodel) [BZK, 1995]

Indien een bedrijf niet kan, of om doorslaggevend redenen niet wil voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit, vooral met betrekking tot de grootte van brandcompartimenten, kan er op grond van artikel 1.5 Bouwbesluit 2003 gebruik gemaakt worden van het principe van 'gelijkwaardigheid' (zie Begrippenlijst). Het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van

² VROM, *Bouwbesluit 2003*, Den Haag, 2003.

³ De in 2005 te publiceren nieuwe uitgave van dit concept verandert op dit punt niet.

⁴ Zie toelichting Bouwbesluit 2003, artikel 1.1 lid 1.

⁵ De in 2005 te publiceren nieuwe Ministeriële regeling heeft het alleen nog over 'brandgevaar opleverende stoffen'.

⁶ Volgens Nist: "Heat fluxes down to about 15 kW/m², in the presence of an ignition source, will also ignite unprotected wood".

Brand', uitgegeven door het ministerie van Binnenlandse Zaken⁷, beschrijft de mogelijkheid om aan de gelijkwaardigheidsprincipe invulling te geven. Dit document is de uitwerking van het in de toelichting van het Bouwbesluit aangehaalde onderzoek van SAVE.

Toepassing van dit 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand' geeft zowel de gebruiker als het bevoegd gezag⁸ een houvast van een rekenmethode om te komen tot gelijkwaardigheid. Uitgangspunt is hierbij de maximale vuurlast van 300 ton per compartiment. Bij compartimenten van meer dan 1000 m² moet de vuurlastnorm van 300 kg per m² evenredig kleiner zijn. Voor de bepaling van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag wordt verwezen naar NEN 6068.

Om te voorkomen dat tussen gestapelde opslagen brandoverslag plaatsvindt moet worden gekeken naar overslagberekeningen. Brandoverslag tussen compartimenten kan voorkomen worden door bouwkundige maatregelen, brandbeveiligingsinstallaties (sprinkler) en door voldoende afstand tussen de compartimenten. De afstand is afhankelijk van de straling die bij een brand vrijkomt, waarbij in de berekening met een minimale afstand, in verband met de vlamlengte, van 5 meter wordt rekening gehouden⁹ (in werkelijkheid kan de vlamlengte groter zijn).

Overigens geldt voor de bescherming van de omgeving dat in de ruimte tussen een compartiment en de erfgrens (op basis van het principe van spiegelsymmetrie ex Bouwbesluit) geen goederen mogen worden geplaatst dus zeker geen brandbaar materiaal. Verder dient, om een gevel door de brandweer te kunnen 'zekeren' (veiligstellen), op gaanshoogte (circa 2 meter) van de te zekeren gevel het stralingsniveau maximaal 3 kW/m² te zijn. Wanneer een hoger stralingsniveau te verwachten is, kan de brandweer op die plaats geen veilige inzet doen.

2.5 Gelijkwaardige oplossingen

Als compensatie voor de overschrijding van het theoretisch maximale oppervlakte kan gekozen worden voor de verlaging van de vuurbelasting per vierkante meter maar ook voor technische voorzieningen zoals een sprinklerinstallatie. Bij de beoordeling van gelijkwaardigheid op grond van beheersbaarheid worden zowel de permanente als variabele vuurlast betrokken¹⁰. Het toepassen van dit gelijkwaardigheidsprincipe geeft als voordeel dat brandveiligheid op maat kan worden uitgevoerd.

3. Bouwverordening

In de model bouwverordening [VNG, 1993] is het brandveilig gebruik van bouwwerken geregeld. Voor bepaalde categorie bouwwerken die risicovol zijn wat betreft de ontvluchting bij brand, of wat betreft de externe effecten bij brand, is hierin vastgelegd dat een gebruiksvergunning moet zijn verleend.

De verordening verwijst met betrekking tot de opslag van brandbare goederen in hoofdstuk 6 artikel 1, naar de ministeriële regeling 'Regeling Bouwbesluit', hoofdstuk 2 Materialen, Artikel 2.1. Hierbij vallen kunststoffen onder groep 5.

⁷ Ministerie van Binnenlandse Zaken, Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand – Onderzoeksrapportage met Reken- en Beslismodel, Den Haag, 1995.

⁸ Gemeente of provincie.

⁹ NEN 6068.

¹⁰ Hierover meer in hoofdstuk 3, paragraaf 3 'Vuurbelasting'.

BV, hoofdstuk 6 artikel 1.1

Het is verboden zonder of in afwijking van een gebruiksvergunning van burgemeester en wethouders een bouwwerk in gebruik te hebben of te houden, waarin:

- b. **bedrijfsmatig** de stoffen zullen worden opgeslagen die in de Regeling Bouwbesluit materialen zijn omschreven als brandbaar.

RBB, hoofdstuk 2 Materialen, artikel 2.1, groep 5 [VROM, 2003]

lid 1 Stoffen behorende tot de groepen 1 tot en met 4, die - ook bij normale verbranding - buitengewoon veel rook of verbrandingsgassen ontwikkelen, zoals acetyleen, benzeen, **kunststoffen**, rubber.

In een gebruiksvergunning zijn voorschriften omschreven waarmee, bij juiste naleving van de voorschriften, de zorg voor een brandveilig gebruik van het bouwwerk gewaarborgd blijft. Hierbij valt te denken aan voorwaarden met betrekking tot opslag, stoffering en versiering, uitgangen en vluchtroutes, beheer, controle en onderhoud van installaties, bewaking en controle van de brandpreventieve maatregelen, maximaal aantal aanwezige personen, aanwezigheid en oefening van de brandveiligheidsinstructie en het ontruimingsplan uitgaande van de bestaande interne organisatie e.d..

In de bijlage 3, 4, 5 en 6 van de (model) bouwverordening zijn de gebruiksvoorwaarden omschreven die gelden voor ieder utiliteitsbouwwerk, ongeacht of een gebruiksvergunning noodzakelijk is. Hoewel een gewoon industriegebouw niet in één van de categorieën valt zoals in de Model Bouwverordening is omschreven, hebben gemeenten de beleidsvrijheid om voor gebouwen/inrichtingen waarin bijvoorbeeld grote compartimentering op basis van het gelijkwaardigheidsbeginsel is toegepast, een gebruiksvergunning verplicht te stellen. De gemeente heeft verder de mogelijkheid om voor gebruiksvergunningplichtige bouwwerken nadere eisen te stellen, gericht op het specifieke gebruik van het bouwwerk.

Deze gebruikseisen zijn aanvullend op de bouwkundige maatregelen. Dat wil zeggen dat als de bouwvergunning is verleend en er volgens de bouwvergunning is gebouwd, de naleving ervan niet leidt tot aanpassingen of investeringen. De eisen betreffen uitsluitend het in goede staat houden van de reeds aanwezige voorzieningen en organisatorische eisen zoals het dagelijks toezien op brandgevaarlijke situaties.

4. Brandweerwet 1985

Indien de beheersing van een brand in een bijzondere inrichting een bovengemiddelde inspanning van de gemeentelijke brandweer vergt, kunnen burgemeester en wethouders op grond van artikel 13 van de Brandweerwet 1985 de betreffende inrichting aanwijzen als bedrijfsbrandweerplichtig. De eisen te stellen aan de 'organisatie en materieel' van deze bedrijfsbrandweer moet afgestemd zijn op die van de gemeentelijke brandweer (in haar regionale context).

De beheersbaarheid van brand kan in het geval van kunststof(afval)opslagen door compartimentering en creëren van afstand gerealiseerd worden; aanwijzing ex art. 13 Brandweerwet 1985 ligt daarmee niet voor de hand.

5. Afvalregelingen

Sinds een aantal jaren is het afvalbeleid gericht op de beperking van de explosieve groei van afvalbergen. Dit beleid is gebaseerd op drie intenties:

1. beperken van afval bij de bron, in het bijzonder betreft dit de verpakkingsmaterialen;
2. bevorderen van het hergebruik van materialen zoals statiegeldregelingen;
3. herwinnen van materialen dan wel energie; dit wordt wel recycling genoemd.

De Nederlandse wetgeving bepaalt wat tot afval gerekend moet worden (afvalstoffenlijst). Zij schrijft tevens procedures voor betreffende de melding door 'ontdoeners', de inzameling door vervoerders en de verwerking (nuttig toepassen dan wel verwijderen) door verwerkers¹¹. Onder de vigerende regelingen vallen zowel bedrijfsafval als gevaarlijke afvalstoffen. Huishoudelijk afval wordt tot bedrijfsafval gerekend (art. 10.36 Wm).

De Europese Unie heeft ter bevordering van een eenduidige karakterisering van afvalstoffen een Europese Afvalstoffenlijst (EURAL)¹² opgesteld. Volgens deze lijst valt afval van 'bereiding, formulering, levering en gebruik (bflg)' van kunststoffen, synthetische rubber en kunstvezel onder de hoofdcategorie '07, Afval van organische chemische processen'.

De Nederlandse en Europese regelgeving laten geen misverstand bestaan over welke kunststoffen onderhevig zijn aan het in dit rapport gepresenteerde toetsingskader.

6. Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)

Dit besluit is van toepassing op bedrijven met gevaarlijke stoffen waarvan de effecten, bij onbedoeld vrijkomen, gevaar voor zowel individuele als groepen burgers opleveren. Kunststof en daarmee de opslag van kunststof(afval) wordt niet tot de gevaarlijke stoffen gerekend; dit besluit is dus niet van toepassing. Bij brand in een kunststof(afval)opslag komen echter grote hoeveelheden rook vrij die de veiligheid van burgers in het 'effectgebied' bedreigen. Het verdient omwille van eenduidigheid van het overheidsoptreden aanbeveling om bij de toetsing van bedrijven met kunststof(afval)opslag de filosofie van dit besluit te volgen.

Kenmerken van de bepaling van het 'minimum beschermingsniveau' voor burgers conform dit besluit zijn¹³:

- bevoegde gezagen Wet milieubeheer (*verstrekking milieuvergunning*) en Wet op de ruimtelijke ordening (*wijziging bestemmingsplan*) werken samen. De brandweer moet om advies gevraagd worden (*beheersbaarheid brand*);
- belangrijkste middelen om het gewenste veiligheidsniveau te bereiken zijn:
 - **afstand** houden tussen 'gevoelige objecten' en risicovolle bedrijven, het zogenaamde 'invloedsgebied';
 - beperking van het **totaal aantal aanwezige personen** in het invloedsgebied van het risicovolle bedrijf.
- de normen zijn niet effectgericht maar gebaseerd op een berekening van de kans om "als direct gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen te overlijden". Gezondheidsschade en de kans op verwonding of materiële schade zijn daarin niet meegenomen. Een gangbare methode voor de bepaling van de hier bedoelde kans is de kwantitatieve risicoberekening (QRA);
- het 'groepsrisico' is niet hard genormeerd maar een oriënterende waarde: het bevoegd gezag moet dit risico echter wel nadrukkelijk verantwoorden;
- best beschikbare technieken (BBT) / best available techniques (BAT). Het gaat om technieken die op een zodanige schaal ontwikkeld zijn dat, kosten en baten in aanmerking genomen, ze economisch en technisch haalbaar, toegepast kunnen worden;
- er wordt rekening gehouden met geprojecteerde objecten en bestemmingen.

*De normen van dit besluit betreffen uitsluitend het risico van **overlijden**. Bij kunststof(afval)branden is geen direct gevaar voor overlijden: het stralingsrisico is reeds op grond van beheersbaarheid van*

¹¹ Zie voor een overzicht van recyclingbedrijven de site van Federatie Nederlandse Rubber- en kunststofindustrie www.nrk.nl.

¹² Zie www.euralcode.nl.

¹³ Het ALARA-beginsel is reeds vanuit de Wet milieubeheer van toepassing (Art. 8.11 Wm).

brand beperkt, het risico van de rook is beperkt, zeker wanneer blootgestelde personen in het benedenwindse gebied onmiddellijk gewaarschuwd worden "... naar binnen te gaan en ramen en deuren te sluiten ...".

Op basis van gegevens kan geconcludeerd worden dat (repressieve) ventilatie zorgt voor een verhoging van de stralingstemperatuur en voor een afname van emissie van roetdeeltjes. Aangezien roetdeeltjes gevaarlijke stoffen kunnen bevatten leidt (repressieve) ventilatie tot een afname van de luchtverontreiniging [Jiang, 1998].

Er is derhalve geen reden in het toetsingskader rekening te houden met de Bevi, noch zijn maatregelen nodig voor het zogenaamde invloedsgebied, anders dan het waarschuwen van de bevolking in geval van grote brand.

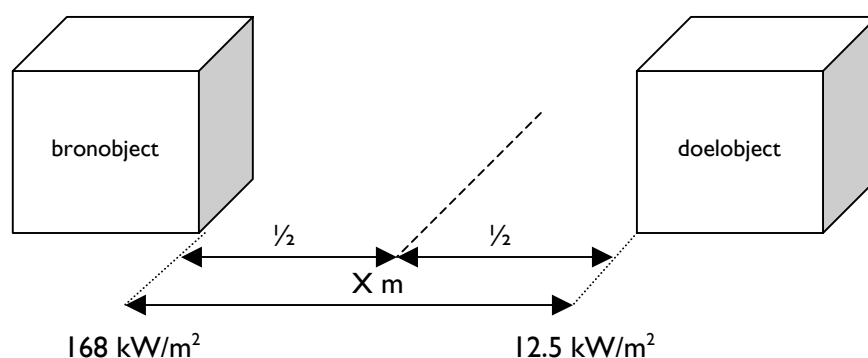
7. Buitenlandse richtlijnen

7.1 Bepaling van de afstand

De bouwregelgeving in Australië, Nieuw-Zeeland, Canada, Groot-Brittannië gaan bij industrie- en opslaggebouwen uit van 168 kW/m^2 ($4 \text{ cal/cm}^2\text{s}$) als schatting van de maximum waarde voor straling die bij een brand vrijkomt (**bronstraling**). De waarde van 12.5 kW/m^2 ($0.3 \text{ cal/cm}^2\text{s}$) wordt op veel plaatsen in de wereld gehanteerd als maximaal toelaatbaar stralingsniveau op de aangestraalde gevel (**objectbestraling**) [Carlsson, 1999]. De Swedish Building Regulations gaat uit van 15 kW/m^2 .

De 'National Building Code' van Canada eist dat de benodigde afstand tussen gebouwen moet worden verdubbeld wanneer een interventie van de brandweer niet binnen 10 minuten kan worden gegarandeerd [Carlsson, 1999].

De 'Building Regulations, B4 – External Fire Spread' van Groot-Brittannië gaat voor de bepaling van de benodigde afstand tussen gebouwen uit van maximale stralingsintensiteit op basis van spiegelsymmetrie methodiek. In onderstaand figuur zijn de waarden weergegeven [Government of UK, 2000].



Figuur 1 – Stralingsintensiteit op basis van spiegelsymmetrie [Gouvernement UK, 2000]

Toelichting op de methode van 'spiegelsymmetrie': het getal 168 kW/m^2 slaat op de (geschatte) maximum straling die een brandend object (bron) uitzendt; de norm 12.5 kW/m^2 is de maximale straling die het doelobject mag treffen. De afstand X is dusdanig te bepalen dat aan deze norm wordt voldaan. Vervolgens schrijft men voor dat het bronobject tenminste $\frac{1}{2}X$ meter vanaf de erfscheiding moet staan.

Voor gebouwen met een maximale hoogte van 10 meter, mag ook een andere methodiek gebruikt worden voor de bepaling van de benodigde afstand. Hierbij wordt het maximale toegestane onbeschermd (lees: niet brandwerend gecompartmenteerde) gebied gerelateerd aan de afstand tussen het onbeschermd gebied en de erfgrans. Voor industrie- en opslaggebouwen zijn de waarden in tabel I weergegeven.

| Afstand tussen gevel en erfgrans [m] (maat $\frac{1}{2}X$ in fig. 1) | Maximaal onbeschermd geveleoppervlak als percentage van het totale geveleoppervlak (%) |
|---|--|
| 1 | 4 |
| 2 | 8 |
| 5 | 20 |
| 10 | 40 |
| 15 | 60 |
| 20 | 80 |
| 25 | 100 |

Tabel I – Maximaal onbeschermd gebied in relatie tot afstand

Toelichting

Een gevel moet bijna volledig brandwerend zijn uitgevoerd wanneer de afstand tot een ander gebouw één meter is; hoe groter de afstand hoe meer onbeschermd geveleoppervlak (zoals een raam) is toegestaan. Wanneer het object is beschermd middels een sprinklerinstallatie, mag de benodigde afstand tot aan de erfgrans worden gehalveerd, met een minimum afstand van één meter [NFC, 1994].

7.2 Brandbeveiliging

Hierna volgen de uitgangspunten op gebied van de brandbeveiliging van opslag zoals die in de Amerikaanse richtlijnen van de National Fire Protection Association (NFPA), de Amerikaanse Minnesota Uniform Fire Code (MUFC), de Canadese National Fire Code (NFC) en de Canadese Ontario Fire Code (OFC) zijn vastgelegd.

Alle vier de richtlijnen hanteren de volgende classificatie van opgeslagen producten (**in vet de relevante producten voor kunststofopslag**):

- klasse i: onbrandbare producten op massieve houten of 'nonexpanded' PE pallets. Kan ook in golfkarton verpakt of in papier gewikkeld met of zonder pallets gestapeld
- klasse ii: onbrandbare producten in houten kratten, boxen, in dik karton met of zonder pallets
- klasse iii: producten van hout, papier, textiel van natuurlijke vezels met of zonder pallets
- **klasse iv: klasse i-, ii-, of iii-producten die groep A-plastic bevat, of in groep A-plastic is verpakt**
- **plastics: groep A (grootst gevaar), groep B, groep C (minst gevaarlijk)**
- **zeer gevaarlijke producten, waaronder groep A-plastics en percentage verpakkingsplastic A groter dan 10% van gewicht of 25% van volume**

Onder de laatste groep, de zeer gevaarlijke producten, vallen de volgende producten:

- spuitbussen
- alcohol, in flessen of karton
- opslag in plastic containers op lopende banden¹⁴
- brandbare vaste stoffen¹⁵

¹⁴ In oorspronkelijke tekst: "carrousel".

¹⁵ In oorspronkelijke tekst: "flammable solids".

- glycol in brandbare containers
- lakken
- oliën
- **matrassen, kussens, schuimrubber, schuimend plastic**
- lege pallets¹⁶
- rollen papier, asfalt
- rollen papier en pulp
- **ABS, acetal, acrylic, butyl rubber, EPDM, FRP, narutal rubber, nitrile rubber, PET, PETE, polybutadiene, polycarbonate, polyester elastomer, polyethylene, polypropylene, polystyrene, polyurethane, PVC, SAN, SBR**¹⁷
- pyroxylin
- rubber banden
- plantaardige olie en boter in plastic bakjes

Op basis van deze classificatie van producten kan bepaald worden wanneer een sprinkler noodzakelijk is en wat de afmetingen van de opslagstapel mag zijn.

NFPA en MUFC - Ongesprinklerde 'high piled storage area'¹⁸ is toegestaan in de volgende situaties:

| Soort opslag | stapelafmeting | | | volume |
|--|---------------------|---------|--------|---------------------|
| | oppervlak | breedte | hoogte | |
| Klasse I-4, publiektoegankelijk | 232 m ² | 30 m | 12 m | 2836 m ³ |
| Klasse I-4, niet publiektoegankelijk | 1116 m ² | 30 m | 9 m | 5672 m ³ |
| zeer gevaarlijke producten, publiektoegankelijk | 46 m ² | 15 m | 9 m | 2127 m ³ |
| zeer gevaarlijke producten, niet publiektoegankelijk | 232 m ² | 15 m | 6 m | 1418 m ³ |

(*'area' > 46.451,5 m² moet 120 minuten brandwerend afgescheiden zijn*)

Tabel 2 – NFPA en MUFC, ongesprinklerde opslag

Toelichting

Uit de tabel blijkt dat de lengte van de stapel, anders dan het oppervlak, de breedte en de hoogte, niet beperkt wordt; het totale volume van alle stapels is gelimiteerd (zie kolom 'volume').

¹⁶ Pallets worden wegens de duurzaamheid steeds vaker toegepast. Dit geldt in het bijzonder voor pallets waarop houders met gevaarlijke stoffen worden gestapeld: deze zijn namelijk als vloeistofdichte, resistente opvangbak uitgevoerd.

¹⁷ De kunststoffen zijn op de Amerikaanse wijze weergegeven; zie voor een overzicht van internationaal overeengekomen afkortingen bijlage I.

¹⁸ Vrij vertaald: hoog gestapeld opslaggebied.

OFC - Ongesprinklerd is toegestaan in de volgende situaties:

| Soort opslag | totaal oppervlak | oppervlak blok | hoogte |
|--------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| Klasse 1 | 2000 m ² | 500 m ² | 6,5 m |
| Klasse 2 | 1000 m ² | 500 m ² | 6,5 m |
| Klasse 3 + groep C | 500 m ² | 250 m ² | 4,5 m |
| Klasse 4 + groep B | 250 m ² | 250 m ² | 3,5 m |
| Groep A plastics | 250 m ² | 250 m ² | 1,5 m |
| High hazard | 100 m ² | (geen norm) | (geen norm) |

Tabel 3 – OFC, ongesprinklerde opslag

Toelichting

In deze en de volgende tabellen wordt met 'blok' de stapel' of (magazijn)stelling bedoeld. De regels die voor kunststofopslagen relevant zijn, zijn lichtgrijs geaccentueerd.

NFC - Ongesprinklerd is toegestaan in de volgende situaties:

| Soort opslag | oppervlak | oppervlak blok | hoogte |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Klasse 1 | 2000 m ² | 500 m ² | 6,5 m |
| Klasse 2 | 1000 m ² | 500 m ² | 6,5 m |
| Klasse 3 + groep C | 500 m ² | 250 m ² | 4,5 m |
| Klasse 4 + groep B | 250 m ² | 250 m ² | 3,5 m |
| Groep A plastics | 250 m ² | 250 m ² | 1,5 m |
| High hazard | 100 m ² | zie NFC 3.3.6 | zie NFC 3.3.6 |

Tabel 4 – NFC, ongesprinklerde opslag

In deze en de volgende tabellen wordt met 'blok' de stapel' of (magazijn)stelling bedoeld. De regels die voor kunststofopslagen relevant zijn, zijn lichtgrijs geaccentueerd.

NFC – Toegestane opslagoppervlakken en -hoogtes bij gesprinklerde opslag:

| Soort opslag | oppervlak blok | hoogte |
|--------------------|---------------------|-------------|
| Klasse 1 | 1500 m ² | 9 m |
| Klasse 2 | 1500 m ² | 9 m |
| Klasse 3 + groep C | 1000 m ² | 9 m |
| Klasse 4 + groep B | 1000 m ² | 9 m |
| Groep A plastics | 500 m ² | 6,1 m |
| High hazard | (geen norm) | (geen norm) |

Tabel 5 – NFC, gesprinklerde opslag

Toelichting: In deze en de volgende tabellen wordt met 'blok' de stapel' of (magazijn)stelling bedoeld. De regels die voor kunststofopslagen relevant zijn, zijn lichtgrijs geaccentueerd.

NFC - Gestapelde buitenopslag is toegestaan in de volgende situaties:

| Soort opslag | oppervlak blok | hoogte (h) | vrije ruimte om blok |
|---|---------------------|---------------------------|----------------------|
| scheepscontainers (niet gevaarlijke producten) | 4000 m ² | afhankelijk | 2 m |
| klasse 1,2 | 2000 m ² | afhankelijk | 2 m |
| klasse 3, 4 + groep A, B, C | 1000 m ² | als h < 3 m | 6 m |
| | | als h > 3 m en h < 6 m | 2 x blokhoogte |
| gevaarlijke stoffen | 1000 m ² | 6 m | 6 m |

Tabel 6 – NFC, gestapelde buitenopslag

Toelichting: In deze en de volgende tabellen wordt met 'blok' de stapel' of (magazijn)stelling bedoeld. De regels die voor kunststofopslagen relevant zijn, zijn lichtgrijs geaccentueerd.

De maximale stapelgrootte mag maximaal 500 m² (NFC) per stuk bedragen en een maximale breedte bezitten van minder dan 15 meter vrij liggend, of 7,5 meter tegen een wand aan, waarbij de lengte onbeperkt mag zijn (NFPA). Om branduitbreiding tussen onderlinge stapels te voorkomen moet de onderlinge afstand tussen de stapels voldoen aan het gestelde in de onderstaande tabel 7.

(De afstandsrekening is gebaseerd op effecten met betrekking tot straling waarbij de temperatuur van de straling door brand niet hoger komt dan 650 °K (ongeveer 370 °C) en de straling op de ontvangende stapel niet meer bedraagt dan 10 kW/m², zie ook tabel 6, hoofdstuk 4.6, van omgevingsituaties en de mogelijkheid van brandoverslag door omvallen van de stapel).

De minimale breedte tussen opslagstapels moet in verband met mogelijkheid tot omvallen bij brand waardoor branduitbreiding van stapel naar stapel mogelijk wordt, gelijk zijn aan de halve stapelhoogte met een minimum van 2,4 meter (ten behoeve mogelijk leeghalen bij brand). Er is hier gewerkt met een ½ stapelhoogte omdat de veiligheid van ruimtes met sprinklerinstallatie hoger is dan in ruimtes zonder installatie en de kans dat een stapel omvalt door de werking van de sprinklerinstallatie, minder kans op aantasting stapel, geringer is (OFC, part 3).

| hoogte stapel [m] (stapelbreedte is 15 m) | afstand tussen stapels [m] | | |
|---|---|--|------------------------|
| | i.v.m. straling: opvallende flux < 10 kW/m ² | i.v.m. omvallen: tenminste gelijk aan ½ stapelhoogte of > 2,4 m | grootste maat geldt |
| 6 | 5 | 3 | 5 |
| 5 | 4,5 | 2,5 | 4,5 |
| 4 | 3,5 | 2,4 | 3,5 |
| 3 | 3,5 | 2,4 | 3,5 |
| 2 | 2,5 | 2,4 | 2,5 |

Tabel 7 - Afstanden tussen stapels in gesprinklerde gebouwen.

(Berekening volgens de bepalingsmethode voor straling van infoMil, waarbij de aangehouden vlamhoogte ongeveer 3 maal de stapelhoogte bedraagt en de temperatuur in de vlammen afneemt. De warmtestraling aan het oppervlak is bij de berekening ingesteld op 45 kW/m² i.p.v. 100 kW/m², zijnde het (standaard gehanteerde) kengetal dat geldt voor een open houtbrand; de straling van brandend kunststof wordt immers afgeschermd door de grote hoeveelheid vrijkomende rook).

Om over te kunnen gaan op grotere brandcompartimenten, lees ook grotere buitenopslagen, is de meest geëigende manier om de brandveiligheid voldoende te waarborgen het toepassen van een sprinklerinstallatie. Om de kwaliteit van een dergelijke sprinklerinstallatie te

waarborgen moet deze worden gecertificeerd en uitgevoerd met de voorwaarden zoals zijn opgenomen in het VAS en aanvullende voorschriften van het NFPA (13 en 231D hoofdstuk 4). Uitvoering dient te geschieden met zogeheten, ESFR sprinklers¹⁹. Standaard sprinklers staan garant voor de controle van een brand, ESFR sprinklers zijn bedoeld om een brand effectief te blussen. Standaard sprinklers houden een brand lokaal door de hete verbrandingsgassen ter hoogte van het dak te koelen en de omgevende goederen te bevochtigen zodat deze niet ontstoken worden. ESFR sprinklers zijn zeer gevoelig voor een warmte stijging (meer dan standaard sprinklers), bijgevolg worden deze sprinklers veel sneller aangesproken tijdens het ontstaan van een brand. Daarbij gaan deze sprinklers veel meer water afgeven op een hogere druk zodat de waterdruppels in staat zijn tot in de brand haard te geraken. De spreidplaat van deze sprinkler zorgt ervoor dat een breed spectrum wordt gecreëerd tussen de sprinklers om zodoende de brand beter te beheersen en te blussen. *N.B. de vrije ruimte tussen stapel, bijvoorbeeld rekken en wand moet gegarandeerd 10 cm bedragen.*

Overeenkomstig het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand' zal de totale vuurlast voor gesprinklerde ruimtes groter kunnen zijn. De vermenigvuldigingsfactor met betrekking tot de grootte van de totale vuurlast t.o.v. van standaard niet door installaties beveiligde opslagen is hierbij 10. De maximale vuurlast mag bij gebouwen met een sprinklerinstallatie 3.000.000 kg vurenhout bedragen hetgeen overeenkomt met ongeveer 1.500.000 kg kunststof. De grootte van het brandcompartiment is hierbij afhankelijk van de aanwezige bepalende vuurlast per m² dus afhankelijk van de werkelijke stapelhoogte.

¹⁹ Early Suppression Fast Response

HOOFSTUK 3

Brand in kunststofopslagen

1. Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de aspecten die van belang zijn om inzicht te krijgen in de (milieu)gevaaren van branden in opslagen van kunststof(fen). Na een korte beschrijving van het fenomeen brand wordt het brandgedrag van kunststoffen beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op de statistiek, casuïstiek en incidentanalyse van branden in bedrijven met (opslagen van) kunststoffen. Tenslotte wordt stilgestaan bij de emissie van milieugevaarlijke stoffen bij brand.

2. Brand

De drie elementen die nodig zijn om een brand te doen ontstaan worden voorgesteld door de zogenaamde branddriehoek. Omgekeerd, om een brand te doven, volstaat het één van de elementen van de branddriehoek te verwijderen. Naarmate het contact met de zuurstof of de ontstekingsbron beter is, zal de reactie heviger zijn. Het brandgevaar wordt bepaald door de



aggregatietoestand en de hoeveelheden van de brandbare stoffen.

Bij de verbranding van een vaste stof komen, meestal via de vloeistoffase van die stof, onder andere gasvormige stoffen vrij; deze kunnen, in een zekere verhouding met zuurstof ontsteken. Gassen komen sneller vrij naarmate de temperatuur van de warmtebron hoger is en/of de vaste stof fijn verdeeld is en daardoor sneller van aggregatietoestand verandert. Naarmate het zuurstofgehalte hoger is, vergroot het brandgevaar. In een zuivere zuurstofatmosfeer kunnen alle, nog niet volledig geoxideerde stoffen branden.

Figuur 2 – Branddriehoek

3. Brandgedrag van kunststoffen

3.1 Algemeen

Het brandgedrag van opgeslagen brandbare stoffen wordt bepaald door diverse factoren. De volgende vijf zijn de meest maatgevende factoren waarmee het brandgedrag vooraf kan worden bepaald:

- materiaaleigenschappen, met name de vuurlast/energiewaarde²⁰ en brandbaarheid;
- wijze van opslag (massief, kleine delen of poeder, in rekken, gestapeld, hangend, gesorteerd, niet-gesorteerd, binnen of buiten, etc.);
- hoogte (m) van de opslag;

De vuurlast, dat is de energiewaarde van een materiaal, is de belangrijkste waarde voor het bepalen van het potentiële brandgevaar²¹. De aanwezige vuurlast in een (brand)compartiment geeft een indicatie van de brandduur. Bij opslag van grote hoeveelheden materiaal, waarbij

²⁰ Uitgedrukt in kg vurenhout.

²¹ NFPA National Fire Codes, Supplement Part I – Appendix E. Boston, 1998.

een brand als zuurstofbeperkt kan worden gekarakteriseerd, is bovendien de manier van opslag bepalend voor de snelheid van de brandvoortplanting, maar niet voor de uiteindelijke duur van de brand. In de volgende paragraaf wordt dieper ingegaan op de materiaaleigenschappen.

Een compact pakket van brandbare stoffen, zodanig gestapeld dat nauwelijks zuurstof aanwezig is, zal wellicht niet direct volledig bij een brand betrokken raken, maar vertegenwoordigt wel een bepaalde energiewaarde. Wanneer de buitenkant van het pakket brandt, zal de verdere verbranding van het pakket gelijkmatig verlopen²². Een dergelijke vorm van opslag zorgt mogelijk niet voor een snelle branduitbreiding, maar deze branden zijn lastig te blussen en produceren bovendien veel dichte rook.

De vorm van de kunststof en de wijze van opslag hangt weliswaar samen maar moet toch los van elkaar beoordeeld worden. Een brand van granulaat in een silo heeft een ander karakter dan de brand van dat granulaat in een big bag of losgestort: de eerste is zeer moeilijk te bestrijden, een 'big bag' met granulaat brandt als een kaars die, ook wanneer de bags zijn gestapeld, een voor een te verwijderen zijn terwijl een losse storting uitzakt, verkleeft en verwordt tot een driedimensionale plasbrand.

Tot slot is de hoogte en de wijze van stapeling van de opslag een maatgevende factor.

Aangezien vlammen de eigenschap hebben zich in verticale richting te bewegen en hete gassen zich boven in de ruimte verzamelen, zullen materialen die zich boven de brandhaard bevinden eerder bij de brand betrokken raken dan materialen die zich naast de brandhaard bevinden. Wanneer de stapel niet uit kan zakken ontstaat een groot verticaal stralend oppervlak waardoor het gevaar voor branduitbreiding door straling wordt vergroot.

3.2 *Materiaaleigenschappen kunststoffen*

Kunststoffen zijn organische stoffen die weliswaar brandbaar zijn maar niet worden gerekend tot de *gevaarlijke stoffen*; dit in tegenstelling tot de monomeren waaruit ze zijn opgebouwd.

Deze monomeren zijn brandbare gassen (bijvoorbeeld etheen en propaan) of gassen die brandbaar en giftig zijn (vinylchloride) of vloeistoffen die brandbaar en giftig zijn (acrylonitril). Dit betekent dat bij brand in kunststoffen gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen. Bijlage I geeft een overzicht van de meest gangbare kunststoffen met de eigenschappen, gangbare classificaties en, voor zover uit onderzoek bekend, de brandeigenschappen.

Kunststoffen, met name de thermoplastische, kenmerken zich doordat ze al bij relatief lage temperatuur verweken en daardoor uitzakken. De ontstekings temperatuur en –energie, nodig om brand te veroorzaken, is in vergelijking tot andere vaste stoffen ook vrij laag. Bij verbranding van kunststof komt, tengevolge van de overwegende samenstelling van de moleculen koolstof (C), waterstof (H) en vaak ook zuurstof (O) veel verbrandingsenergie vrij. Tengevolge van de koolstof komt, zeker bij een onvolledige verbranding zoals bij brand het geval is, veel roet vrij waardoor een kunststofbrand vaak te herkennen is aan de zwarte rookkolom.

3.3 *Wijze van opslag*

Niet alleen de energiewaarde en het brandgedrag van het opgeslagen materiaal zijn van belang voor branduitbreiding en rookontwikkeling. Met name de manier van opslag is bepalend voor de brandontwikkeling.

De volgende factoren zijn van belang (in willekeurige volgorde):

- Luchtig of in massieve blokken
De compactheid van opslag heeft invloed op de tijd van brandontwikkeling (preflash-over), de branduitbreiding en rookontwikkeling. De verhouding tussen zuurstof en brandbare stoffen bepaalt het brandgedrag. Meer zuurstof betekent een snellere verbranding en een vollediger verbranding, dus meer hitte maar in het algemeen minder rook.

²² NFPA Fire Protection Handbook – deel II, hfst. 7. Boston 1996.

- Hoog of laag gestapeld
Vlammen en hitte bewegen zich omhoog en vrijgekomen hete gassen verzamelen zich boven in het gebouw of de stapel. Branduitbreiding zal in veel gevallen in eerste instantie verticaal plaatsvinden. Hoe hoger gestapeld, hoe intenser de brand. De straling van de vlammen zal echter ook een horizontale uitbreiding kunnen veroorzaken.
- Met of zonder hulpmiddelen gestapeld
De methode van stapeling is van belang voor de kans op instorting bij brand. 'Los' gestapeld kunststof kan in korte tijd inzakken of uiteenvallen waardoor de oppervlakte van een brand snel groter wordt. Wanneer het kunststof (granulaat) daarentegen in 'big bags' (gemaakt van bijvoorbeeld onbrandbaar glasvezeldoek of moeilijk brandbaar gemaakte kunststofvezeldoek) gestort is, brandt de combinatie net als een kaars alleen aan het oppervlak.
- Buitenkant van 'opslagblok' glad of ruw
De buitenkant van het opslagblok heeft invloed op de snelheid van branduitbreiding. Een ruw oppervlak, met veel toetredingsmogelijkheden voor zuurstof, is makkelijker te ontsteken dan een glad oppervlak. De brand zal zich over een ruw oppervlak ook sneller verspreiden.
- Makkelijk verplaatsbaar opgeslagen
Wanneer materialen zodanig zijn opgeslagen dat deze bij brand makkelijker weg kunnen worden gehaald, zal de branduitbreiding door adequaat optreden van de bedrijfsnoodorganisatie en de brandweer veelal geringer zijn.
- Binnen- of buitenopslag
Bij opslag onder een overkapping (zonder rook- en warmteafvoervoorzieningen) zullen de hete verbrandingsproducten (rook en gassen) niet kunnen ontsnappen, waardoor ernstig gevaar voor een flash-over kan ontstaan. Bij een binnenopslag kunnen kunststoflichtstraten bij brand, doordat die bij brand wegsmelten, voor rook- en warmteafvoer zorgdragen.
Bij buitenopslag zal de hitte en rook in de lucht worden afgevoerd. Er kan geen flash-over ontstaan.

3.4 Hoogte van de opslag

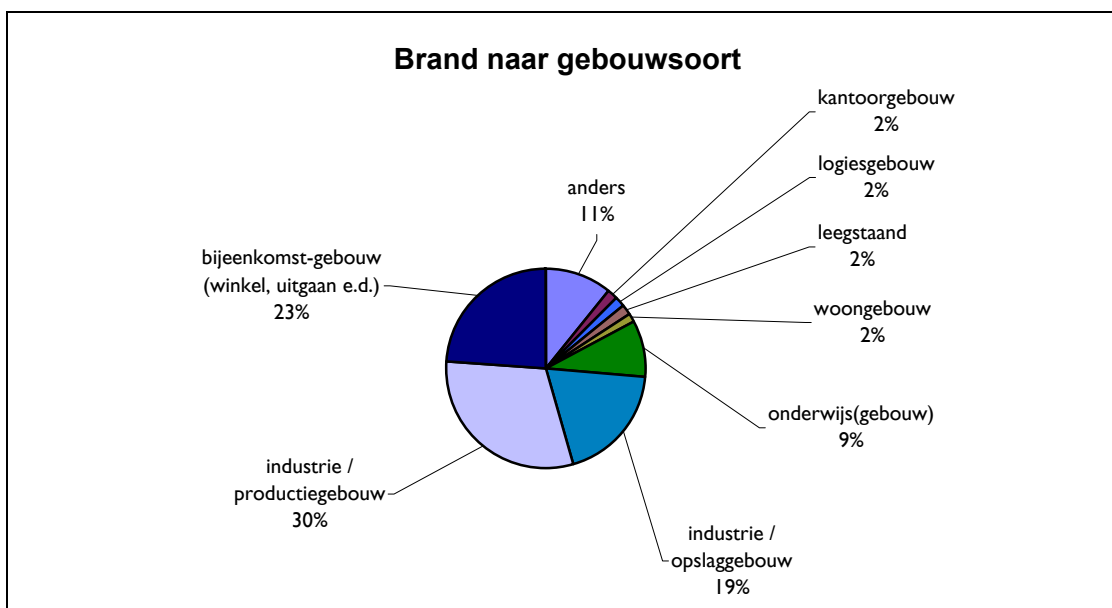
De hoogte van een stapel bepaalt, in combinatie met de lengte, het stralingsoppervlak en is daarmee een maat voor het gevaar van brandoverslag door straling. In de tabellen 2 tot en met 6 (hoofdstuk 2) wordt de hoogtebeperking daarom (mede) gebruikt als middel om de brandbeveiliging op een acceptabel niveau te houden.

4. Branden in kunststofopslagen

4.1 Statistiek

Het Nibra heeft onderzoek verricht naar 122 grote²³ branden uit 2001. Deze branden hadden als overeenkomst dat de uiteindelijke schade meer dan 1 miljoen euro betrof. Op basis van vragenlijsten zijn de brandweerkorpsen benaderd om informatie te verschaffen over deze branden. Aan de hand van 69 vragenlijsten die het Nibra mocht ontvangen van de korpsen zijn analyses uitgevoerd.

²³ Groot wat betreft financiële schade, niet per definitie wat betreft brandweerinzet.



Figuur 3 – Statistiek grote branden 2001

Toelichting

Bijna de helft (49 %) van de onderzochte grote branden vonden plaats in industriegebouwen²⁴, waarvan 30 % in productiegebouwen en 19 % in opslaggebouwen.

Brandoorzaken bij industriegebouwen

| | |
|--|--------|
| Brandstichting | 9,7 % |
| Broei/zelfverhitting | 12,9 % |
| Defect en/of verkeerd gebruik apparatuur | 29,0 % |
| Brandgevaarlijke werkzaamheden | 3,2 % |
| Anders | 6,5 % |
| Onbekend | 38,7 % |

Gevolgen

Bij 40,6 % van de branden bij industriebedrijven is de brand uitgebreid tot een brandoppervlak van meer dan 1000 m², bij 37,5 % is de brand binnen het brandcompartiment gebleven en bij 21,9 % van de onderzochte branden is niet aangegeven hoe groot het uiteindelijke brandoppervlak is geweest.

Bij ruim 37 % van de branden is expliciet aangegeven dat met groot materieel is ingezet²⁵ en was daarmee ook wat betreft brandweerinzet sprake van 'grote brand'. Het aantal ingezette personen brandweerpersoneel was in 28,1 % van de gevallen meer dan 60 personen.

Bij 12,5 % van de branden waren lichtgewonden te betreuren, in totaal 12 personen.

Verder is bij 6 branden nadrukkelijk aangegeven dat na de brand milieuschade is opgetreden, met name als gevolg van de aanwezigheid van asbest. Bij ruim 34% van de branden in industriegebouwen waren de maatschappelijke gevolgen aanzienlijk: In 5 gevallen is, vanwege groot watertransport en de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen (ammoniak, asbest), het treinverkeer stilgelegd, of de scheepvaart en/of zijn wegen afgezet.

In 2 gevallen is de omgeving geëvacueerd, in het ene geval 100 woningen, in het andere geval is het rampenplan in werking gesteld, waarbij de omgeving binnen een straal van 100 m is

²⁴ Vergelijk CBS-gegevens, waarbij 10,8% van de (binnen)branden plaatsvindt in industriegebouwen.

²⁵ In de andere gevallen valt niet op te maken of sprake was van opschaling.

ontruimd. Verder is bij één brand een bedrijventerrein voor de duur van 2 dagen afgesloten geweest, in verband met de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen als gevolg van de brand. Bij een andere brand was de waterschade bij de belendende percelen aanzienlijk. In 3 gevallen heeft de brand meerdere dagen geduurd (2, 3 en 8 dagen), waarvan in twee gevallen bij bedrijven met opslag van brandbare stoffen (afvalrecycling en luzerne).

De totale financiële schade bedroeg in 2001 naar schatting ruim 468 miljoen euro. Hierbij zij opgemerkt dat de schadebedragen van minder dan 1 miljoen euro niet bij de schatting voor 2001 zijn meegenomen. Hoewel statistisch niet verantwoord, zou de brandschade op basis van de CBS-gegevens voor 2000 bij industriegebouwen 321 miljoen euro²⁶ zijn. Dat is aanzienlijk minder dan de schatting voor 2001. Hieruit kan wederom geconcludeerd worden dat brand in een industriegebouw tot relatief grote financiële schade leidt²⁷. Bovendien kan gesteld worden dat ook de maatschappelijke (34 %), de bestuurlijke (37 %) en de milieubetreffende gevolgen (18,8 %) van een brand in een industriegebouw doorgaans aanzienlijk zijn. Evacuatie, stilleggen van vervoer, opschaling van de brandweerinzet en milieuvervuiling heeft namelijk invloed op het 'normaal' functioneren van de samenleving²⁸.

Handhaving

De brandweerkorpsen hebben over het algemeen weinig zicht op de vergunningverlening en controles vanuit milieuoogpunt. Slechts in 34,4 % van de gevallen wist de brandweer dat voor het productie- of opslagbedrijf een milieuvergunning afgegeven was en dat door de milieudienst controles uitgevoerd werden. In twee gevallen wisten de respondenten aan te geven dat de provincie bij het bedrijf heeft geïnspecteerd. Bij deze twee gevallen was sprake van overtreding van de (milieu)vergunningen en werden handhavingstappen ondernomen. In de overige gevallen werd op de vraag "Is bekend of door andere instanties controles zijn uitgevoerd" een ontkennend antwoord gegeven.

4.2 Casuïstiek en incidentanalyse

In deze paragraaf zijn een aantal branden in kunststofopslagen en/of kunststoffabrieken beschreven. De casuïstiek met betrekking tot kunststofopslagen en/of kunststoffabrieken is in de onderstaande tabel weergegeven, waarna van een aantal incidenten een nadere analyse volgt. Het laatste item betreft een proefneming met kunststof pallets. Dit onderzoek geeft een (geselecteerd) beeldverslag van het brandgedrag van kunststofopslag.

Uit de casuïstiek en de analyse blijkt dat kunststof(afval), alhoewel in de normale hoedanigheid geen gevaarlijke stof, bij brand vergelijkbare milieueffecten heeft als pluimvormende gevaarlijke stoffen. In alle gevallen wordt hinder veroorzaakt in de benedenwindse omgeving van het incident. Er is bijna altijd sprake van 'verstoring van de openbare orde' waarbij, zeker in geval van ontruiming of evacuatie van burgers, multidisciplinair moet worden opgetreden. De duur van dit milieueffect wordt groter wanneer de blussing, ter voorkoming van oppervlaktewater verontreinigend bluswater, gestaakt moet worden.

²⁶ 49 % van de totale schade in 2000 (656 miljoen euro)

²⁷ Immers, bij een evenredige verdeling zou het geschatte schadebedrag voor 2001 (468) de berekende waarde (321) moeten benaderen. Dit is niet het geval en daarmee is sprake van een onevenredige verdeling in negatieve zin.

²⁸ Overigens zijn bij ruim 37 % van de branden geen nadrukkelijke gevolgen genoemd.

| jaar | plaats | type kunststof | korte omschrijving (zie verder in bijlage 3) |
|------|--|---|--|
| 2005 | Son | diverse | De gitzwarte rook is over Son, Nijnsel en Sint Oedenrode getrokken. |
| 2005 | Deventer | polyethyleen kratten | Brand waarbij veel zwarte rook vrijkwam en sprake was van enorme warmte-ontwikkeling. |
| 2005 | Raamsdonkveer | polyethyleen zakken, hoezen en folies | Sterke rookontwikkeling waardoor de A27 's avonds en 's nachts is afgesloten. Er was sprake van stankoverlast. Bedrijfspannd volledig verwoest. |
| 2003 | Rotterdam | onbekend | Brand op 11 januari 2003 in een opslag van kunststof / plastic. EUR 2 mln. schade. |
| 2003 | Veldhoven | onbekend | Brand op 24 maart 2003 (02:00 uur) in een verpakkingsfabriek met papier- en kunststofopslag. EUR 1,5 mln. schade. |
| 2001 | Hasselt | nylon met PVC | Brand op 7 maart 2001 in een fabriek voor matten. |
| 2001 | 's-Heerenberg | onbekend | Brand op 11 maart 2001 in een kunststofverwerkend bedrijf (met opslag van landbouwwerktuigen). |
| 2001 | Hazeldonk | polyetheen | Brand op 16 maart 2001 in een kunststofopslag. |
| 2000 | Richmond, USA | diverse | Brand op 26 oktober 2000 in een recyclebedrijf voor computerapparatuur. De zwarte bijtende rook noodzaakte tot ontruiming en stillegging van fabrieken en verkeer in het benedenwindse gebied. |
| 1998 | Putten | PVC (o.a.) | Tot op honderden meters verhoogde concentraties CO, VOC's, PAK's en dioxine gemeten. |
| 1995 | Japan | plastic pallets | Brand in een opslaghal met op plastic pallets geladen, onbrandbare goederen. Drie brandweermensen omgekomen. |
| 1992 | Uithoorn | onbekend | Explosie en conflagration in een polymeerfabriek, waarbij brandbaar product half brandend werd rondgeslingerd. |
| ? | Liestal, Zwitserland | polystyreen isolatieplaten | De roetschade ten gevolge van de brand in een stapel polystyreen isolatieplaten op een ruwbouw was tientallen malen hoger dan de brandschade. |
| 2004 | Health & Safety Laboratory, Dr. A.M. Thyer and G. Atkinson | Comparision of the fire hazards presented by plastic (and timber pallets) | De geselecteerde foto's in bijlage 3 laten het gevaar van brandoverslag zien, het spatten van brandend plastic (vuurbom) en de verspreiding door verweking c.q. smelten. |

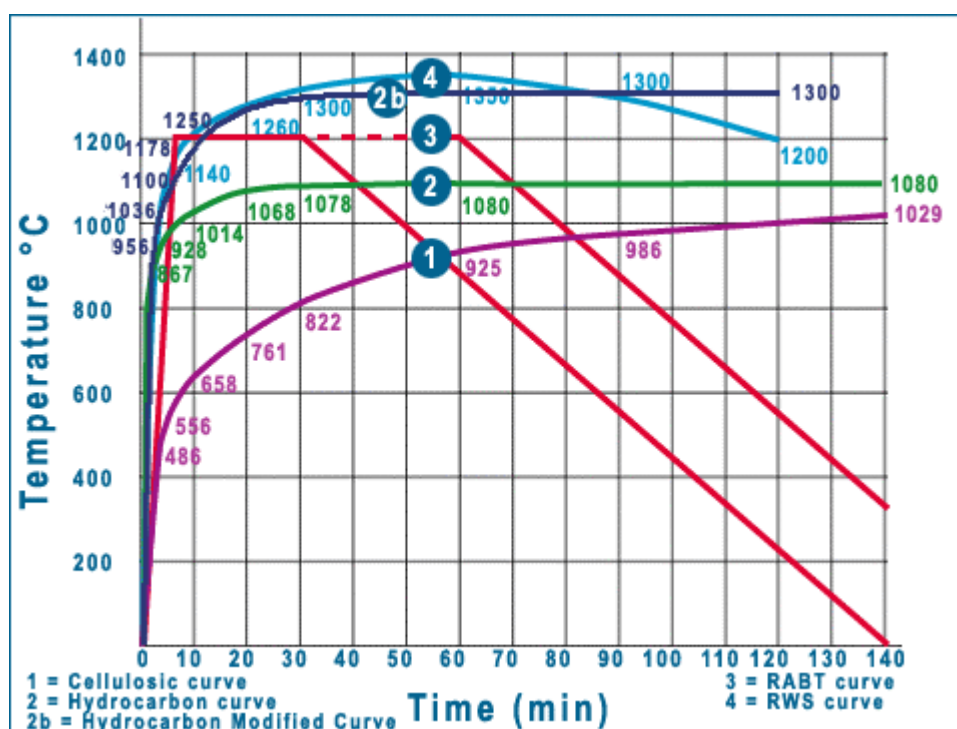
Tabel 8 - Casuïstiek

Uit de casuïstiek en het onderzoek van het HSL kan geconcludeerd worden dat de bijzondere kenmerken van kunststof(opslag)branden zijn:

- er komt zoveel veel rook vrij dat in het benedenwindse gebied het maatschappelijk leven ontwricht wordt. Personen in het invloedsgebied moeten in ieder geval gewaarschuwd worden;
- de brandweerinzet is zwaar wegens de noodzaak dat nog niet brandende opslag verwijderd moet worden.
- er is bijzonder gevaar voor de brandweer respectievelijk voor branduitbreiding doordat verweekt (brandend) plastic uitzakt en door het fenomeen van de 'vuurbom' [HSL, 2004].

5. Verloop van de kunststofbrand

Om inzicht te krijgen in het verloop van branden zijn, onder andere door het Centrum brandveiligheid van TNO, brandproeven gedaan met verschillende stoffen onder verschillende condities. Het verloop van de temperatuur als functie van de tijd is van verschillende proeven in onderstaand figuur weergegeven.



Figuur 4 – Brandkrommen [TNO]

Toelichting

Het brandverloop is bij iedere brand verschillend, maar kent een aantal overeenkomstige karakteristieken. Zo is bij elke brand sprake van een brandfase en een dooffase; bij een kleine ontstekingsbron ziet men bovendien een groeifase, de tijd die verloopt tot het materiaal c.q. een ruimte zodanig is opgewarmd, dat al het aanwezige brandbare materiaal aan de verbranding deel neemt: dit moment heet flashoverpunt. De temperatuuropbouw tijdens de groeifase verloopt doorgaans lineair (valt buiten de grafiek).

Wanneer een flashover heeft plaatsgevonden, doorgaans bij een temperatuur van ongeveer 300 °C, is vervolgens veelal sprake van een snelle temperatuurstijging. De temperatuur van een gangbare brand loopt doorgaans op tot een maximum van 1000 tot 1200 °C, waarna deze in de dooffase weer geleidelijk afneemt. Tijdens de groeifase zijn nog niet alle brandbare producten bij de brand betrokken en is sprake van een 'niet volledig ontwikkelde brand'. Na

een flashover zijn doorgaans alle in de brandruimte aanwezige brandbare stoffen bij de brand betrokken en is sprake van een 'volledig ontwikkelde brand'.

Het tijdsverloop binnen de groei-, brand- en dooffase is per brand verschillend. Bij een smeulbrand kan het bijvoorbeeld enkele uren duren voordat een flashover plaatsvindt. Bij een vlammenbrand kan het moment van flashover zelfs binnen enkele minuten na de ontsteking (ignition) plaats vinden. De duur van de brandfase wordt grotendeels beïnvloed door de energiewaarde van de aanwezige brandbare stoffen en door interventiemethoden zoals blussing en repressieve ventilatie. Bij grote hoeveelheden (opgeslagen) kunststoffen is sprake van een hoge energiewaarde, vuurlast genoemd. Wanneer een brand ontstaat in een kunststofopslag kan het enkele uren tot zelfs enkele dagen duren voordat de brand volledig gedoofd is. Behalve de hoge energiewaarde beperkt de hoge temperatuur de slagkracht van de brandweer; zij kan minder dicht bij de brandhaard komen waardoor bluswater voornamelijk voor afscherming in plaats voor afkoelen gebruikt kan worden.

6. Emissie bij brand

6.1 Algemeen

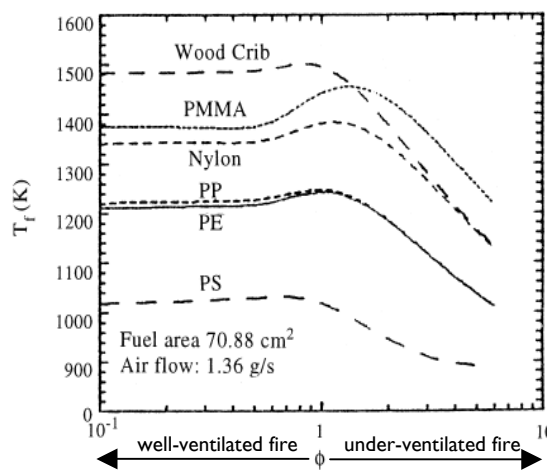
Op grond van brandgedrag onderscheidt men kunststoffen in thermoplasten en thermoharders. In bijlage I is een overzicht gegeven van een aantal internationaal erkende soorten kunststoffen [KNCV, 1988]. Voor zover er gegevens over het brandgedrag voorhanden zijn, zijn deze in de tabel opgenomen. In dit verband moet opgemerkt worden dat de meeste onderzoeken gericht zijn op de bepaling van de omzetting van chemische stoffen bij brand. Dit wordt bepaald door middel van experimenten op laboratoriumschaal, waarbij enkele grammen stof onder verschillende omstandigheden zijn verbrand [RIVM, 1998] [Stichting Ratiobouw, 1966] [Werken, 2002]. Bij brand zijn de omstandigheden, anders dan bij de laboratoriumproeven, niet beheerst. Het effect van de beperkte toevoer van verbrandingslucht, blusacties en atmosferische invloeden op de rookpluim zijn vooral bepaald op basis van ongevalscausistiek en enkele specifieke veldproeven [HSL, 2004]. Belangrijke parameters zijn:

- verwekingstemperatuur
- smeltgedrag
- ontvlambaarheid
- vlamuitbreidingssnelheid (afhankelijk van toevoegingen)
- totale vuurlast (voor de meeste kunststoffen grofweg het dubbele van vurenhout)
- rook (het in de bouwregelgeving gangbare 'rookgetal' is om bovenvermelde reden niet bruikbaar)
- giftigheid rook (CO blijkt het maatgevende, gevaarlijke verbrandingsproduct)

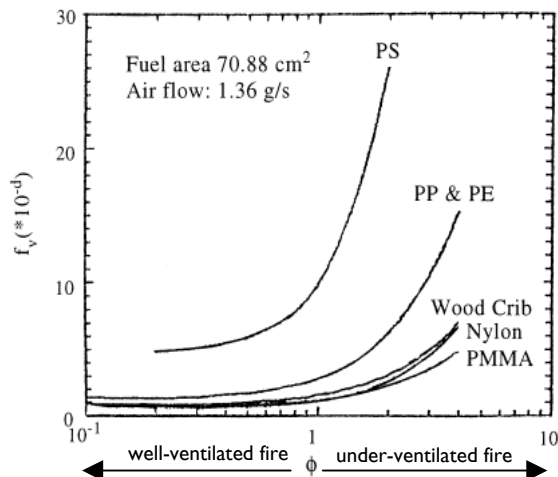
In de volgende paragrafen worden relevante resultaten van onderzoeken op het gebied van lucht-, bodem- en waterverontreiniging aangehaald.

6.2 Luchtverontreiniging

De hoeveelheid emissie van roetdeeltjes bij brand is afhankelijk van de hoeveelheid aanwezige zuurstof in een ruimte en van de temperatuur van de brand. De hoeveelheid zuurstof bepaalt het onderscheid tussen een goed geventileerde brand en een slecht geventileerde brand. De eerste noemt men een 'brandstof beheerste' en de tweede een 'ventilatie beheerste' brand. De mate van ventilatie heeft dus invloed op de temperatuur van de brand. In figuur 5a is te zien dat de temperatuur afneemt wanneer er sprake is van een slecht geventileerde brand. In figuur 5b is te zien dat het aantal roetdeeltjes toeneemt wanneer sprake is van een slecht geventileerde brand. Met name bij polystyreen (PS), maar ook bij polypropyleen (PP) en polyethyleen (PE) is de invloed van ventilatie op de temperatuur erg groot.



Figuur 5a – Invloed van ventilatie



Figuur 5b – Invloed van ventilatie

Toelichting

Op de verticale as is respectievelijk de stralingstemperatuur van de vlam, T_f in graden Kelvin (0 °K komt overeen met -273 °C) en de volumeverhouding van het roet, f_v , weergegeven. Op de horizontale assen is het ventilatiegetal Φ weergegeven. Wanneer deze kleiner is dan 1, is sprake van een goed geventileerde brand; wanneer het ventilatiegetal groter is dan 1 is sprake van een slecht geventileerde brand.

Op basis van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat (repressieve) ventilatie zorgt voor een verhoging van de stralingstemperatuur en voor een afname van emissie van roetdeeltjes. Aangezien roetdeeltjes gevaarlijke stoffen kunnen bevatten leidt (repressieve) ventilatie tot een afname van de luchtverontreiniging [Jiang, 1998].

Er zijn te weinig data beschikbaar van emissies van branden van kunststoffen om algemene uitspraken te doen over het vrijkomen van bepaalde gevaarlijke stoffen. Het RIVM heeft voor dioxine vastgesteld dat er driemaal meer in as en roet neerslaat dan in de lucht komt [RIVM, 1994]. De Milieuongevallendienst van het RIVM heeft bij branden tot enkele honderden meters benedenwinds van branden verhoogde concentraties van fijne deeltjes, CO, vluchtige organische componenten, polycyclische aromatische koolwaterstoffen en diverse zware metalen gemeten. Bij branden waarbij grote hoeveelheden PVC betrokken zijn, zijn verhoogde concentraties van dioxines en zoutzuur vastgesteld.

De bij brand vrijkomende, mogelijk gevaarlijke stoffen, worden (nog) niet structureel bemonsterd; de metingen die de brandweer in het benedenwindse gebied uitvoert zijn vaak niet meer dan indicatief; de brandweer meet doorgaans met meetbuisjes die ingericht zijn voor gasmetingen. Aangezien rook grotendeels een aerosol is worden alle niet-gasvormige stoffen niet gemeten.

Op grond van de structuurformules van kunststoffen, in het bijzonder het gegeven dat in alle kunststoffen veel koolstof zit én het gegeven dat een brand doorgaans slecht geventileerd is, kan gesteld worden dat koolmonoxide (CO) het 'maatgevende' gevaarlijke verbrandingsproduct is.

Uit het Werkblad voor de bepaling van de contouren van emissies van gevaarlijke stoffen is af te leiden dat in een benedenwinds gebied tot orde grootte 1 km een alarmeringsgrenswaardeconcentratie (AGW) van CO te verwachten is. Hierbij is uitgegaan van een brandend oppervlak van 500 tot 5.000 m² (bronsterkte 10 kg/s), een AGW-concentratie van 500 mg/m³ en neutraal weer met een windsnelheid van 3 tot 6 m/s [Nibra, 1995] [VROM, 2000].

6.3 Verontreiniging van de bodem

Er zijn te weinig data beschikbaar om algemene uitspraken te kunnen doen over de verontreiniging van de bodem tengevolge van een brand in een kunststof(afval)opslag [Werken, 2002]. Een bijzonder fenomeen bij kunststofbranden is de verspreiding van al dan niet brandende kunststofbrokstukken die door de thermiek van de brand worden meegevoerd en in het benedenwindse gebied neerdalen. Het gevaar van brandoverslag door dit 'vlieg vuur' is evident. Het probleem van het 'zwerfvuil' is van een andere orde dan de verontreiniging van de bodem dat voornamelijk wordt veroorzaakt door de neerslag van roet en as (zie vorige paragraaf).

6.4 Verontreiniging van oppervlakte- en grondwater

Over de verontreiniging van oppervlakte- en grondwater is geen literatuur gevonden. Uit paragraaf 6.2 kan wel opgemaakt worden dat roet- en asdeeltjes een verhoging van de concentratie van verontreiniging van oppervlaktewater kunnen veroorzaken. Metingen (door de Milieugevallendienst van het RIVM) zullen dit in specifieke gevallen moeten aantonen.

7. Conclusies

Uit de casuïstiek blijkt overduidelijk dat een brand in een opslag met grote hoeveelheden brandbare stoffen hinder en daarmee gevaar oplevert voor de openbare orde en veiligheid. De eerste maatregel die door of namens het bevoegd gezag ter zake openbare orde en veiligheid genomen moet worden is het stilleggen van het verkeer ten gevolge de zichtbelemmerende rook. Bij een langdurige brand (orde van dagen) worden mensen geëvacueerd en vee op stal gezet. Het ligt voor de hand om, in de geest van artikel 17 Wm maatregelen te eisen die de duur van de verstoring in redelijkheid beperkt.

Uit de rapporten van het RIVM blijkt dat er nauwelijks inzicht is in de gezondheidsrisico's voor mens en dier en de milieurisico's voor bodem, lucht en water bij (grote) brand. Alleen wanneer ten gevolge van een brandweerinzet verontreinigd bluswater ontstaat dat niet adequaat opgevangen wordt of kan worden, is oppervlaktewaterverontreiniging evident²⁹. In het laatste geval kan het bevoegd gezag besluiten om de brandweerinzet te staken wanneer aannemelijk gemaakt kan worden dat de brandschade niet opweegt tegen de milieuschade (elk inclusief hun vervolgschaden).

Gegeven de zorg voor het milieu betreffende de rookgassen van een verwarmingstoestel³⁰, zou tenminste verantwoord moeten worden waarom de veelvoudige vervuiling door rook van een brand buiten beschouwing wordt gelaten.

Het verdient aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de maatschappelijke gevolgen van bij brand vrijkomende stoffen in het bijzonder en de rookpluim in het algemeen versus de gevolgen (o.a. kosten) van mogelijke maatregelen in de veiligheidsketen. Wellicht moet eerst statistiek verzameld worden door bij grote branden structureel luchtmonsters te nemen en incident(bestrijdings)evaluaties uit te voeren.

²⁹ Zie bijvoorbeeld de Vredesteinbrand te Enschede, 23 augustus 2003, waar niet alleen het water van een pand van het kanaal zwaar verontreinigd werd maar ook een aantal schepen dagenlang stilgelegd werden omdat er niet gescht mocht worden.

³⁰ Voorbeeld: "Verwarming- en stooktoestellen kunnen bij een verkeerde afstelling tot rookgassen leiden die een aanzienlijke nadelige invloed hebben op het milieu op *alle schaalniveaus*" [AMvB Jachthavens, 3 augustus 2004] (cursivering van de auteur).

HOOFDSTUK 4

Uitgangspunten brandbeveiligingsconcept kunststofopslagen

1. Doelstellingen van brandbeveiliging

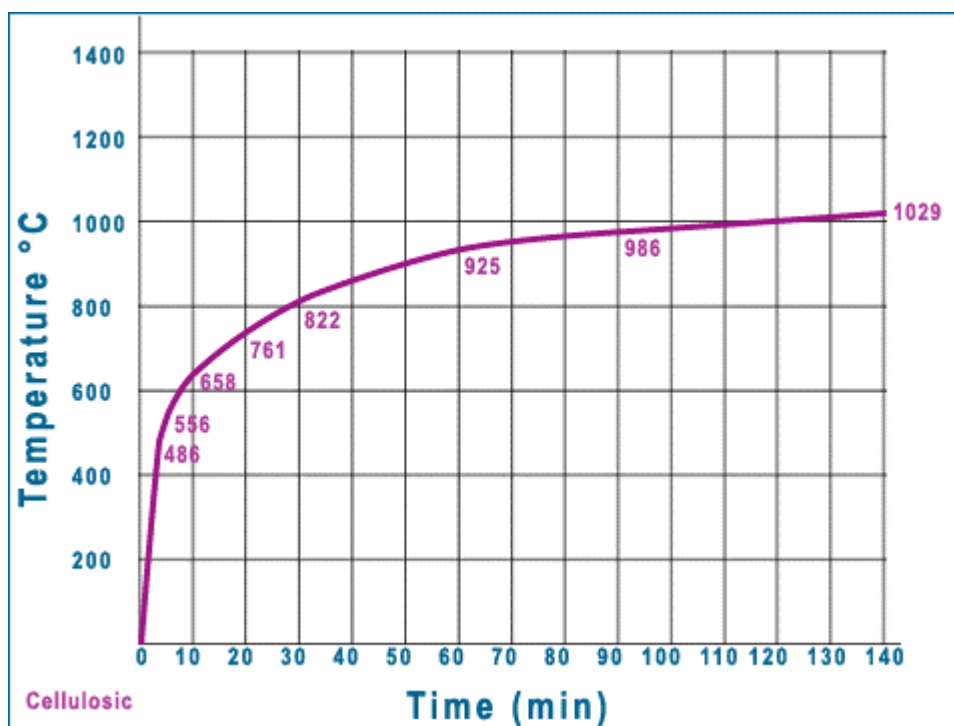
Op basis van de geanalyseerde, vigerende (inter)nationale regelgeving en de analyse van kunststof(opslag)branden zijn de onderstaande doelstellingen te legitimeren.

- Het zoveel mogelijk voorkomen van doden en/of gewonden met blijvend letsel en het zoveel mogelijk beperken van het aantal lichtgewonden bij brand.
- Een brand in een kunststofopslag moet zodanig beheersbaar zijn dat, zowel direct als indirect, buiten een vooraf bepaald gebied, zo min mogelijk nadelig effect ontstaat.

Overeenkomstig de andere, reeds bestaande brandbeveiligingsconcepten, wordt in dit hoofdstuk het normatief brandverloop voor kunststofbranden gedefinieerd. Het normatief brandverloop geeft het doelstellend tijdsverloop van ontdekking, melding, alarmering, ontvluchting, blussing van brand en redding weer.

2. Standaard brandkromme

In het vorige hoofdstuk is het temperatuurverloop in de tijd geïllustreerd in de vorm van brandkrommen. Voor de normstelling op het gebied van brandbeveiliging, de analyse van de brandeigenschappen van brandbare producten en het testen van brandwerende (bouw)materialen en bouwconstructies in laboratoriumovens heeft men een standaard brandverloop gedefinieerd, de zogeheten standaard brandkromme. In figuur 6 is deze weergegeven.



Figuur 6 – Standaard brandkromme cf. NEN 6068

Toelichting: De kromme illustreert hoe de temperatuur als functie van de tijd oploopt. Het precieze verloop is vastgelegd in een tijd-temperatuurtabel.

Behalve de hier gepresenteerde standaard brandkromme is alleen een brandkromme voor autotunnels genormeerd. Voor kunststofbranden bestaat dus geen genormeerd brandverloop. Kunststofbranden worden, net als koolwaterstofbranden (bv. benzine), gekenmerkt door de hoge energiewaarde. De hoge energiewaarde, in combinatie met de relatief lage temperatuur waarop deze stoffen vergassen, veroorzaken een snellere brandontwikkeling dan de op hout gebaseerde, standaard brandkromme normeert. Niet uit de standaard brandkromme af te leiden is het feit dat de warmtestraling, afhankelijk van het type kunststof dat bij de brand betrokken is, matiger is dan bij een houtbrand door de grote hoeveelheid rook en roet.

Uit de grafiek van figuur 5a blijkt dat de maximum temperatuur van kunststof onder die van hout blijft.

De standaard brandkromme (cellulose) kan daarom toegepast worden voor het brandbeveiligingsconcept kunststofopslagen, temeer omdat alle, op brandveiligheid geteste materialen en systemen, getest zijn op basis van de hier gepresenteerde standaard brandkromme.

3. Normatief brandverloop

In Nederland is voor een aantal verschillende gebouwtypen het normatief brandverloop gerelateerd aan een aantal gebeurtenissen betreffende de zelfredding van aanwezige personen respectievelijk de inzet van de brandweer. Het hierna genormeerde gebeurtenissenverloop is toegepast op branden in gebouwen met een industriefunctie [BZK 1995].

Bij het normatief brandverloop in een opslaggebouw kunnen de volgende gebeurtenissen worden onderscheiden:

1. de ontdekkingstijd
 2. de alarmeringstijd (waarschuwen interne calamiteitenorganisatie en overige in het gebouw aanwezige personen)
 3. de ontruimingstijd
 4. de meldtijd (aan de alarmcentrale van de brandweer)
 5. de opkomsttijd van de brandweer
 - a. de verwerkingstijd van de brandmelding op de brandweeralarmcentrale
 - b. de uitruktijd, de tijd die het personeel van de brandweer nodig heeft om het brandweervoertuig te bezetten
 - c. de rijtijd
 6. de inzettijd van de brandweer
 7. de red- en blustijd van de brandweer
 8. de nablustijd
 9. de nazorgtijd.
- Binnen 15 minuten na het ontstaan van een brand wordt de brand ontdekt en heeft de alarmering van de in het gebouw aanwezige personen en melding aan de brandweer plaatsgevonden.

Hierbij is ervan uitgegaan dat in de ontstaansruimte geen personen aanwezig zijn en de brand ontdekt wordt door aanwezigen uit andere delen van het gebouw of in de omgeving van het gebouw op het moment van vlamoverslag in de brandruimte, wanneer daarbij (onder veel lawaai) de ruiten breken en de vlammen naar buiten slaan. Zijn er wel personen in het betreffende deel van het gebouw aanwezig, of is er een automatisch brandmeldsysteem in werking getreden, dan kan de ontdekkingstijd korter zijn.

- Binnen 15 minuten na alarmering moeten de door de brand bedreigde personen al dan niet met hulp van de interne calamiteitenorganisatie, maar zonder hulp van de brandweer kunnen vluchten naar een veilige plaats buiten het gebouw. Met andere

woorden: door brand bedreigde personen moeten binnen 30 minuten na het ontstaan van brand zonder hulp van de brandweer het gebouw hebben kunnen verlaten.

Dit betekent dat het (brand/rook)compartiment waardoor de zogenaamde zelfredzamen vluchten, gevrijwaard moet zijn van grote hoeveelheden rook.

- Binnen 17 minuten na het melden van de brand aan de brandweeralarmcentrale is de brandweer aanwezig en operationeel (water op het vuur).

Uitgaande van een opkomsttijd voor industriegebouwen overeenkomstig de handleiding 'Brandweezorg' van 10 minuten, resteert dus een inzetijd van maximaal 7 minuten. Dit is alleen mogelijk wanneer er in en bij het gebouw voorzieningen zijn die een dergelijke snelle inzetijd mogelijk maken. Te denken valt aan bluswatervoorziening, droge blusleidingen, etc.

- Bij de zevende gebeurtenis, de red-/blus-/beheersactie is sprake van twee mogelijke situaties.

Situatie 1: de vuurbelasting is lager dan 60 kg vurenhout/m² of de vuurbelasting is groter of gelijk aan 60 kg vurenhout/m² waarbij extra maatregelen en voorzieningen zijn getroffen ten behoeve van het repressief optreden van de brandweer waardoor de brandweer kan blussen

- De brandweer moet de brand in het brandcompartiment binnen 60 minuten na het ontstaan onder controle hebben (anders gezegd: de brand meester zijn). Op dat moment behoren alle nog door de brand bedreigde personen te zijn gered. Met andere woorden, er wordt van uitgegaan dat de brandweer 28 minuten na het operationeel zijn, de zich nog in het bedreigde gebied bevindende personen heeft gered en verdere uitbreiding van de brand in beginsel heeft voorkomen.

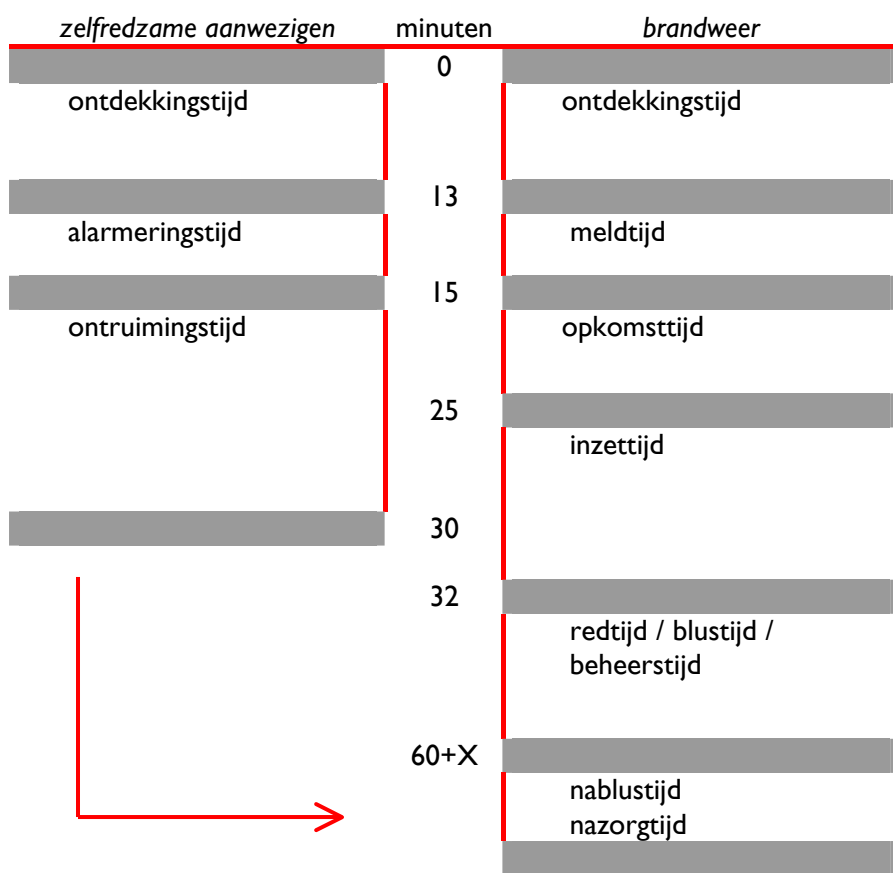
Om de brand beheersbaar te houden, mag de brand dus niet buiten een vooraf bepaald gebied, het 'brandcompartiment' treden. Uitgaande van het normatief brandverloop betekent dit, dat doorgaans tussen dit gebied en naast-, boven- en onderliggende gebieden een voorziening aanwezig is, waardoor gedurende 60 minuten een in dat gebied begonnen brand zich niet naar het andere gebied uitbreidt. In de praktijk blijkt 60 minuten voor de meeste gebouwfuncties een redelijk haalbaar tijd.

Situatie 2: de vuurbelasting is groter of gelijk aan 60 kg vurenhout/m² en de omstandigheden zijn zodanig dat de brandweer niet kan blussen

- de brandweer moet binnen 60 minuten na het ontstaan van de brand alle eventueel nog door de brand bedreigde personen hebben gered. Met andere woorden, er wordt van uitgegaan dat de brandweer 28 minuten na het operationeel zijn, de zich nog in het bedreigde gebied bevindende personen heeft gered.
- de brandweer blust de brand niet, zodat de brandduur in belangrijke mate wordt bepaald door de hoogte van de vuurbelasting en door de specifieke eigenschappen bij brand van de opgeslagen producten. Zodra de brandweer heeft vastgesteld dat de brand binnen het vooraf bepaalde gebied (brandcompartiment) blijft, is de brand onder controle (brand meester).

Om de brand beheersbaar te houden, mag de brand niet buiten een vooraf bepaald gebied treden. Uitgaande van het normatief brandverloop betekent dit, dat doorgaans tussen dit gebied en naast-, boven- en onderliggende gebieden een voorziening aanwezig is, waardoor gedurende de duur van de brand een in dat gebied begonnen brand zich niet naar het andere gebied uitbreidt.

Het bovenbeschreven normatief tijdverloop is in figuur 7 schematisch samengevat.



- X = 0, als vuurbelasting < 60 kg vurenhout/m², of
als vuurbelasting ≥ 60 kg vurenhout/m² en de brandweer kan blussen
- X > 0, als vuurbelasting ≥ 60 kg vurenhout/m² en de brandweer kan niet voldoende blussen

Figuur 7 – Normatief brandverloop voor een gangbare brand

Toelichting

Bij branden in woningen, hotels, winkels, etc. en bij branden in industriegebouwen waar voldoende voorzieningen zijn getroffen om branden beheersbaar te houden slaagt de brandweer erin de brand binnen één uur onder controle te krijgen. Vervolgens gaat de brandweer over tot nablissing en het veiligstellen van het verbrande object. Indien de vuurbelasting veel groter is dan 60 kg vurenhout per vierkante meter en er niet geblust kan of mag worden, zal de brand even zoveel minuten voortduren als de vuurbelasting meer bedraagt dan 60 kg vurenhout per vierkante meter; dit is de tijd X. Al deze tijd zal de omgeving beveiligd moeten worden en zal het effectgebied blootgesteld worden aan de rookpluim.

4. Vuurbelasting

Voor het berekenen van te verwachten effecten van de aanwezige (geplande) hoeveelheid brandbaar materiaal is het noodzakelijk te weten hoeveel energie per eenheid (m²) vrijkomt. Hierbij is de energiewaarde van de brandbare stof van belang. De energiewaarde wordt veelal uitgedrukt in megajoules [MJ] per eenheid, zoals per stuk, per oppervlakte, per inhoud of per gewicht. In berekeningen van de energiewaarde van opgeslagen stoffen ten behoeve van de brandbeveiliging wordt gerekend met de eenheid van vuurbelasting uitgedrukt in 'kg vurenhout per m²'. Hierbij is de vuurlast van 1 kg vurenhout gelijk aan 19 MJ energiewaarde.

Deze keuze van uitdrukkingseenheid wordt toegepast aangezien uit de praktijk is gebleken dat 1 m² met daarop 60 kg vurenhout ongeveer een uur brandt (1 kg V/m² ≅ 1 minuut brand).

Een vuurbelasting van 180 kg vurenhout/ m² komt overeen met een brandduur van ongeveer 3 uur. Hiermee is op eenvoudige wijze de benodigde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van de (brand)compartimentscheidende scheidingsconstructies te bepalen. Hierbij moet echter wel een restrictie worden gegeven. Uit de praktijk blijkt dat bij zeer grote vuurlasten deze rekensom niet meer opgaat, brandwerendheden hoger dan 4 uur (overeenkomend met plusminus 4600 MJ) zijn dan van uit brandweeroogpunt niet meer relevant.

Volgens NEN 6090 ('bepaling van de vuurbelasting') is de vuurbelasting van een ruimte de hoeveelheid warmte die vrijkomt per eenheid vloeroppervlakte bij volledige verbranding van alle in een ruimte aanwezige brandbare materialen, met inbegrip van de materialen in de constructieonderdelen die zich binnen die ruimte bevinden dan wel die ruimte begrenzen.

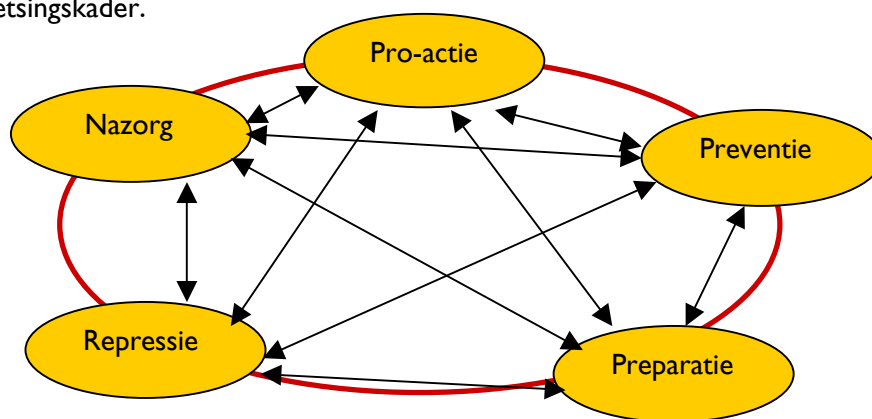
De vuurbelasting kan worden opgesplitst in twee gedeelten:

- permanente vuurbelasting
- variabele vuurbelasting

De permanente vuurbelasting van een ruimte is de bijdrage aan de vuurbelasting van de brandbare materialen in de constructieonderdelen die zich binnen de ruimte bevinden dan wel de ruimte begrenzen. Hierbij worden constructieonderdelen die niet tot de bouwconstructie behoren en die tot de afbouw moeten worden gerekend buiten beschouwing gelaten. De variabele vuurbelasting wordt geleverd door de inrichting en de opgeslagen producten.

5. Veiligheidsketen

De wijze waarop de brandveiligheid georganiseerd kan worden, is samen te vatten in de zogeheten veiligheidsketen. De keten is opgebouwd uit vijf schakels die sterk aan elkaar gerelateerd zijn. Door de losse schakels aan elkaar te koppelen ontstaat een integrale veiligheidsbenadering, waardoor de brandveiligheidsaspecten optimaal op elkaar worden afgestemd. Per schakel worden beoordelingsaspecten genoemd die relevant zijn voor het toetsingskader.



Figuur 8 – Veiligheidsketen

5.1 Pro-actie

De eerste schakel vormt pro-actie. Bij pro-actie gaat het om veiligheid als onderdeel van de besluitvorming, waarbij de structurele oorzaken van incidenten worden weggenomen. Hiermee kan beleidsmatig geanticipeerd worden op calamiteiten en brandgevaarlijke situaties. De te nemen pro-actieve maatregelen hebben directe invloed op de specifieke ongevalsscenario's en leiden uiteindelijk tot de maatscenario's. En omgekeerd leiden de maatscenario's ertoe dat op bestuurlijk niveau de risico's afgekaderd zullen moeten worden.

Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat het risico³¹ van de opslag van bepaalde gevaarlijke stoffen³² in dicht bebouwde gebieden zodanig groot is, dat een dergelijke situatie maatschappelijk niet aanvaardbaar is en niet toegestaan moet worden. Pro-actie is voorwaardenscheppend voor de overige schakels.

Bij het bestemmen van een ruimte verdient het aanbeveling om rekening te houden met het effectgebied van een brandende kunststof(afval)opslag. Dit gebied heeft een lengte van circa 1 kilometer en een breedte van circa 0,1 kilometer in benedenwindse richting³³. Hierbij is uitgegaan van het rookbestanddeel koolmonoxide (alarmeringsgrenswaarde 500 mg/m³), een bronsterkte van 10 kg/s (brandend oppervlak 500 t/m 5000 m²), neutraal weer en windsnelheid van 3 t/m 6 m/s. De meest voorkomende windrichting in Nederland is zuidwest.

5.2 Preventie

De tweede schakel is preventie: de zorg voor het voorkomen van de directe oorzaken van calamiteiten en het zoveel mogelijk beperken van de nadelige effecten van calamiteiten. Dit wordt bereikt door op objectniveau de pro-actieve schakel te vertalen in praktisch hanteerbare preventieve maatregelen. Preventie kenmerkt zich dan ook door gedetailleerde voorschriften en wetgeving.

Het beperken van het mogelijk brandend oppervlak en de afstand tussen opslagen respectievelijk de afstand tot de erfgrans zijn de belangrijkste maatregelen.

5.3 Preparatie

De derde schakel is preparatie. Preparatie omvat alle voorbereidingen die nodig zijn voor de bestrijding van incidenten. Hierbij kan, wat de brandweer betreft, gedacht worden aan opleiding en oefening van brandweerpersoneel, het voorzien in bluswatervoorzieningen, het voorzien in bereikbaarheid en het vervaardigen van aanvalsplannen ten behoeve van een repressieve inzet. Preparatie betreft overigens alle, bij de bestrijding van incidenten betrokken uitvoerende disciplines/diensten en sturende organen.

In het geval van een brand of dreiging daarvan moet bij kunststofopslagen onmiddellijk aandacht besteedt worden aan het (mogelijke) effectgebied. De inzet van de zogenaamde Waarschuwings- en verkenningdienst (WVD) van de brandweer moet hiervoor voorbereid zijn en voorlichtingssysteem i.v.m. de waarschuwing van de bevolking.

5.4 Repressie

De vierde schakel is repressie, ofwel de daadwerkelijke bestrijding van incidenten. Repressie is gericht zijn op de hulpverlening aan mogelijke slachtoffers, de bron- en effectbestrijding en gevolgbestrijding, maar ook op de. Pro-actie en preventie kan de kans op het ontstaan van brand en het effect van brand beperken, ofwel het brand(bestrijdings)risico verlagen. Repressie daarentegen is bedoeld om het overgebleven restrisico³⁴ te bestrijden.

In geval van een kunststofbrand zal, om het effect van de vrijkomende gevaarlijke rookproducten te beperken, in eerste instantie niet geblust worden³⁵. Branduitbreiding voorkomen door de inzet van waterschermen heeft de hoogste prioriteit. Vervolgens zal men trachten het brandproces te verkorten door het weghalen van nog niet aan de brand deelnemende opslag.

³¹ Risico = kans x effect.

³² Zoals explosief materiaal, waaronder vuurwerk.

³³ De indicatie van dit gebied is te bepalen met het werkblad [DCMR, 1995] en de interventiewaarden gevaarlijke stoffen [VROM, 2000].

³⁴ Het ontstaan van brand kan niet volledig voorkomen worden. Bij de bepaling van de noodzakelijke preventieve maatregelen, opgenomen in het Bouwbesluit, is de brandoorzaak 'brandstichting' bijvoorbeeld niet meegenomen, oftewel, de regelgeving is niet volledig dekkend: een klein risico wordt maatschappelijk als acceptabel beschouwd.

³⁵ Dit moet, in het kader van de planmatige voorbereiding op risico-objecten, een bestuurlijk gemandateerd besluit zijn.

5.5 Nazorg

De laatste schakel is nazorg. Hierbij gaat het om alles wat nodig is om zo snel mogelijk de gevolgen van een incident te redresseren en in de 'normale' situatie en verhoudingen terug te keren. Evaluatie voegt daar dan nog een lerende component aan toe.

Meest relevant in dit geval is het monitoren van het benedenwindse gebied op mogelijke besmetting met gevaarlijke stoffen uit de rook. Het RIVM houdt voor bijzondere gevallen haar MOD-team (Milieuongevallendienst) paraat.

6. Brandveiligheidsbalans

Uit de uitgangspunten en doelstellingen zijn de brandbeveiligingsmaatregelen en –voorzieningen voor opslaggebouwen af te leiden. Deze maatregelen en voorzieningen vormen een samenhangend geheel en zijn onder te verdelen in de volgende aandachtsgebieden

- planologie
- bouwkunde
- installatietechniek
- gebruik
- interne organisatie
- inzet brandweer

6.1 Planologie

Onder planologie wordt de stedenbouwkundige situering en de interactie van het bouwwerk met de omgeving verstaan. De bereikbaarheid van het bouwwerk voor de hulpverlenende diensten, de aanwezigheid van bluswatervoorzieningen en de combinatie van verschillende soorten gebruiksfuncties, zoals wonen, recreatie, vervoer en industrie, vallen in het planologisch aandachtsgebied.

6.2 Bouwkunde

De bouwkundige maatregelen en voorzieningen hebben hoofdzakelijk betrekking op de sterkte van de bouwconstructie, de beheersbaarheid van brand en rook, de mogelijkheden voor een veilige ontluchting en het blussen van brand.

6.3 Installatietechniek

De installatietechniek richt zich niet alleen op de brandbeveiligingsinstallaties, zoals brandmeldinstallaties en sprinklers, maar ook op installaties die brand kunnen veroorzaken of de uitbreiding van brand beïnvloeden. Aardlek- en/of thermische beveiliging van elektrische apparatuur brand voorkomen. Luchtbehandelingsinstallaties en elektro-magnetische deurvasthoudsystemen, gekoppeld aan een brandmeldinstallatie, zijn voorbeelden van technieken om rookverspreiding te beperken.

6.4 Gebruik

Het gebruik heeft betrekking op de inventaris van een bouwwerk, de aanwezigheid van brandgevaarlijke stoffen, de activiteiten die plaatsvinden en daaraan gekoppeld het gedrag van de aanwezigen en het aantal aanwezigen.

6.5 Interne organisatie

De interne organisatie spitst zich toe op de eerste hulpverlening in geval een incident, zoals het inzetten en begeleiden van de ontruiming. Verder zijn het voorkomen van brandgevaarlijke situaties en de controle op de werking van de aanwezige brandbeveiligingsmaatregelen en –voorzieningen aandachtspunten binnen de interne organisatie.

6.6 Inzet brandweer

De inzet van de brandweer heeft betrekking op het repressief optreden en de nazorg. Onderdelen van het repressief optreden zijn onder andere technische hulpverlening, zoals het bevrijden van personen bij aanrijdingen met beknelling, het voorkomen van brand en tevens beperken van milieuverontreiniging bij incidenten met gevaarlijke stoffen en tot slot het bestrijden van brand. De nazorg richt zich met name op het beperken van materiële gevolgschade van incidenten.

Het basisoniveau van preparatieve voorzieningen, de voorzieningen die noodzakelijk zijn om het optreden van de hulpverlenende diensten mogelijk te maken, spitst zich toe op de bereikbaarheid, bluswatervoorziening en toetreding. De wettelijke eisen en de wensen van de hulpverlenende diensten zijn hierbij maatgevend.

De bereikbaarheid is onder te verdelen in de bereikbaarheid van het complex, de bereikbaarheid binnen het complex en de toegang tot de gebouwen. De bluswatervoorziening kan zowel primair (brandkranen) als secundair (open water) worden beschouwd.

Bij het vaststellen van basisoniveau kan een opdeling gemaakt worden in

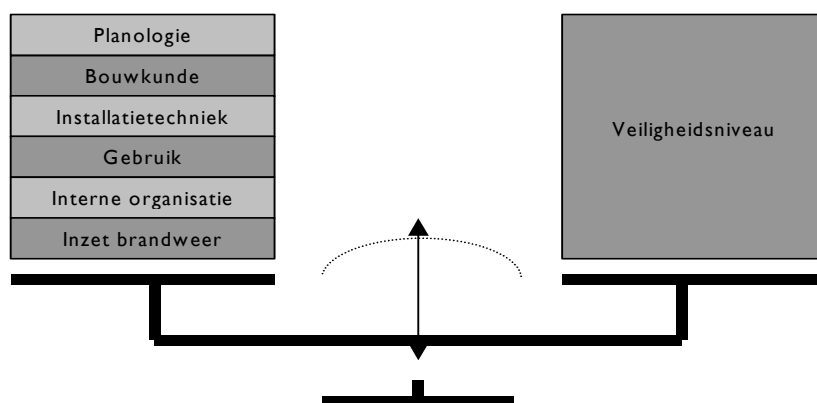
- infrastructurele preparatie, waarbij gedacht kan worden aan bereikbaar van het complex en de bluswatervoorziening van het complex
- objectgerichte preparatie, waarbij per gebouwfunctie gekeken wordt naar noodzakelijke voorbereidende maatregelen in het kader van incidentbestrijding, zoals bijv. de aanwezigheid van brandweerliften en blusleidingen
- organisatiegerichte preparatie, waarbij te denken valt aan uitruk- en inzetprocedures van de brandweer. Aandachtspunten zijn specifieke objectinformatie (bereikbaarheidskaart en aanvalsplan), draaicirkels en opstelplaatsen van brandweervoertuigen.

De beoordeling van de brandveiligheid van de bedrijven in casu hangt samen met de repressieve slagkracht van de betreffende gemeente brandweren. Het korps dat een bedrijf in haar verzorgingsgebied heeft zal daarom beoordeeld moeten worden. Aangezien bij een dermate hoge vuurlast meerdere korpsen voor 'branduitbreiding voorkomen' worden ingezet, zal de regionale Organisatie grootschalige brandbestrijding (brandweercompagnie) mede beoordeeld moeten worden.

Tenslotte zal door de zware rookontwikkeling en vrijkomende milieugevaarlijke verbrandingsproducten bovengemeentelijke organen ingezet worden waaronder de regionale Waarschuwings en Verkenningsdienst, de Adviseur ongevallen Gevaarlijke stoffen (AGS). Indien uit nadere beschouwing blijkt dat de effecten van het (normatieve) brandverloop bij kunststofopslagen in de beschouwde gevallen onbeheersbare maatschappelijke gevolgen heeft, zullen er meer maatregelen, mogelijk proactieve, aan de bron noodzakelijk zijn.

6.7 Samenvatting

De kwaliteit van de brandbeveiligingsmaatregelen en –voorzieningen binnen de genoemde aandachtsgebieden tezamen bepalen het niveau van brandveiligheid. De maatregelen en voorzieningen zijn onderling uitwisselbaar, zoals in de veiligheidsbalans is gevisualiseerd.



Figuur 9 - Veiligheidsbalans

De combinatie van pro-actieve (bestuur en planologie), preventieve (bouwkunde, installatietechniek, interne organisatie en gebruik), preparatieve (planologie, organisatie en voorbereiding van betrokken disciplines) tezamen met repressieve (inzet brandweer en andere diensten) factoren bepalen het niveau van brandveiligheid. Deze combinatie van factoren bepaalt daarmee tevens de realisatie van de twee doelstellingen van de brandbeveiliging.

Wanneer de interne organisatie niet is ingericht en toegerust is op het gebied van brandveiligheid, zullen bijvoorbeeld extra bouwkundige- of installatietechnische maatregelen getroffen moeten worden om het veiligheidsniveau in balans te houden. Wanneer er bijvoorbeeld voor gekozen is het opslaggebouw zodanig te ontwerpen dat een veilige repressieve inzet niet mogelijk is³⁶, zullen extra voorzieningen vanuit de overige aandachtsgebieden (met name bouwkunde, installatietechniek, gebruik en/of interne organisatie) nodig zijn.

In het toetsingskader zullen normen aangereikt worden voor elk aspect van de veiligheidsbalans en de mogelijke eventuele alternatieven.

³⁶ De bouwer/gebruiker kan, bijvoorbeeld met het oog op optimale gebruiksmogelijkheden van het object, ervoor kiezen geen voorzieningen te treffen die noodzakelijk zijn voor een veilige repressieve inzet van de brandweer. Hierdoor is een binnenaanval voor de brandweer te risicovol en daarmee onmogelijk gemaakt. Met andere woorden: de bouwer/gebruiker kiest voor uitsluiting van repressief optreden en daarmee voor een verzwaaring van de maatregelen vanuit de overige aandachtsgebieden.



HOOFDSTUK 5

Toetsingseisen

Inleiding

In dit hoofdstuk worden brandbeveiligingsmaatregelen en –voorzieningen voorgesteld voor zover die specifiek zijn voor inrichtingen waarin opslagen van kunststoffen voorkomen.

Kortheidshalve worden voor algemene uitgangspunten en normen verwezen naar het Brandbeveiligingsconcept Industriegebouwen.

In de volgende paragrafen zijn de toetsingsnormen in kaders weergegeven, voorafgegaan door een korte samenvatting van relevante informatie uit voorgaande hoofdstukken. De volgende aandachtsgebieden komen aan de orde:

1. planologie
2. bouwkunde
3. installatietechniek
4. gebruik
5. interne organisatie
6. inzet brandweer

1. Planologie

Een brand in een kunststof(afval)opslag veroorzaakt veel rook. Deze rook levert meer een openbare orde dan een veiligheidsprobleem op. In die zin moet de overheid in het benedenwindse gebied maatregelen treffen. De contour van de alarmeringsgrenswaarde (deze ligt ruim onder de levensbedreigende waarde) voor koolmonoxide strekt zich onder de meest voorkomende weercondities³⁷ uit tot circa 1 bij 0,1 kilometer.

De 'brongemeente' heeft maatregelen voorbereid om eventuele 'effectgemeenten' te informeren ten aanzien van de noodzaak tot schuilen van de bevolking³⁸ in het algemeen en personen die in (beperkt) kwetsbare objecten verblijven in het bijzonder. Tevens zijn eventueel te nemen verkeersmaatregelen geprepareerd.

2. Bouwkunde

Het basisoniveau voor brandpreventieve voorzieningen voor de opslag bestaat uit zeven onderdelen:

- 2.1. brandcompartimenten (binnen- versus buitenopslag)
- 2.2. rookcompartimenten
- 2.3. ontvluchting
- 2.4. constructieve veiligheid
- 2.5. materiaalgebruik
- 2.6. brandbeveiligingsinstallaties
- 2.7. brandveilig beheer en gebruik.

³⁷ Rookpluimlengte en -stijging is erg afhankelijk van het weer. Hier is uitgegaan van het meest voorkomende weertype, het 'neutrale' weer met een windsnelheid tussen 3 en 6 m/s. De meest voorkomende windrichting is zuidwest.

³⁸ Schuilen wordt gezien als de meest effectieve maatregel om de gezondheidsschade aan de bevolking te beperken. Het betreft het voorlichtingsscenario "... ga naar binnen, sluit ramen en deuren, en stem af op uw rampenzender voor nadere instructies ...".

In verband met de hoge vuurbelasting en de te verwachten problemen voor het repressief optreden (bestrijdingsmogelijkheden) verdient het aanbeveling de kunststofopslag alleen in parterre gebouwen toe te laten.

2.1 Brandcompartimenten

Onder een brandcompartiment wordt, zoals eerder in hoofdstuk 2 aangehaald, ook buitenopslagen, al dan niet gedeeltelijk besloten, begrepen. Uitgangsnorm is een maximale vuurlast van 300.000 kg vurenhout equivalent per compartiment, hetgeen gelijk gesteld wordt aan ongeveer 140.000 kg kunststof. De vermenigvuldigingsfactor voor de vuurlast bij gebouwen met een door een sprinklerinstallatie beveiligde opslag is 10.

| |
|--|
| Niet gesprinklerd: maximaal 140.000 kg kunststof per compartiment = 5.700.000 MJ |
| Wel gesprinklerd: maximaal 1.400.000 kg kunststof per compartiment ³⁹ |

Op grond van de literatuurstudie is het Nibra van mening dat voor de maximale afmetingen van de opslagen respectievelijk de compartimenten de beproefde normen van de Canadese NFC gehanteerd moeten worden; het NFC heeft normen zowel voor gesprinklerde als niet-gesprinklerde respectievelijk binnen- en buitenopslagen vastgesteld, die goed aansluiten bij de Nederlandse praktijk m.b.t. de opslag van brandbare goederen.

| Binnenopslag | oppervlak stapel | hoogte stapel | oppervlak brandcompartiment | maximale vuurlast per (brand)compartiment |
|---------------------|---------------------|---------------|-----------------------------|---|
| ongesprinklerd | 250 m ² | 1,5 m | 1000 m ² | 5.700.000 MJ |
| gesprinklerd | 500 m ² | 6 m | 10.000 m ² | 57.000.000 MJ |
| Buitenopslag | 1000 m ² | | | 5.700.000 MJ |

Tabel 9: Vuurlast per brandcompartiment

De ruimte tussen de stapels

Om te voorkomen dat de brand van de ene stapel overslaat naar de andere stapel en om het de brandweer mogelijk te maken om te kunnen inzetten, zijn afstanden tussen de stapels/blokken noodzakelijk. De breedte van de gangpaden dient te voldoen aan de regels van de NFPA:

| Stapelbreedte 15 meter | |
|------------------------|---|
| Stapelhoogte in meter | Toegelaten afstand tussen de stapels [m] (i.v.m. brandoverslag door straling en/of omvallen) |
| 6 | 5 |
| 5 | 4,5 |
| 4 | 3,5 |
| 3 | 3,5 |
| 2 | 2,5 |

Tabel 10: Stapelhoogte naar afstand tussen stapels

³⁹ Bij de volgende wijziging van het brandbeveiligingsconcept (BvB 2005) zal de factor waarschijnlijk verhoogd worden naar 30.

Weerstand tegen branddoorslag wanden

| | gesprinklerd brandcompartiment > 1000 m² | ongesprinklerd brandcompartiment < 1000 m² |
|-------------------------------------|--|---|
| vrijstaande buitenwanden | WBDBO tenminste gelijk aan de getalswaarde van de vuurlast (in kg V) in minuten, met een maximum van 60 minuten | WBDBO tenminste gelijk aan de getalswaarde van de vuurlast (in kg V) in minuten, met een maximum van 60 ⁴⁰ minuten |
| aangebouwde wanden | WBDBO tenminste gelijk aan de getalswaarde van de vuurlast (in kg V) in minuten, met een maximum van 240 minuten ⁴¹ | 60 minuten |

Tabel 11: Weerstand tegen branddoorslag wanden per brandcompartiment

Toelichting

Bij een vrije ruimte, als aangegeven in tabel 12, kan worden gesproken van een volledig vrijstaande wand. Indien de afstand korter is, wordt de maximale breedte van het gebouw daarmee beperkt. Bedraagt de afstand tussen twee gebouwen minder dan 0,5 meter dan moeten deze gezien worden als (volledig) aaneengebouwd⁴².

| Afstand van de gevel t.o.v. de omgeving [m] (andere gevel of kwetsbaar object) | | | | |
|---|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| hoogte gebouw [m] | breedte gebouw [m] | | | |
| | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 4 | | | | 6 |
| 5 | | | 7 | 7 |
| 6 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 7 | 9 | 10 | 10 | |
| 8 | 10 | 11 | | |

Tabel 12 - Afstand gevel t.o.v. omgeving zoals een andere gevel of een kwetsbaar object

(Volgens het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand', uitgave min. BZK, is uitgegaan van een maximale bronstraling van 45 kW/m², en een maximale ontvangen straling van 10 kW/m². De afstanden zijn richtinggevend afgerond op 1 meter nauwkeurig. Via exacte berekening kan voor elke situatie een afstand worden bepaald; tussen de afstanden kan redelijk veilig rechtlijnig worden geïnterpoleerd)

Een inzet zal zich in de eerste instantie niet richten op het blussen maar hoofdzakelijk op het voorkomen van branduitbreiding, dus een inzet buiten het brandcompartiment; bij een volledige verbranding komen immers de minste schadelijke stoffen vrij⁴³.

Benodigd bluswater

Op grond van Bijlage B van het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand', zal bij het koelen van een oppervlak, een energie afgevoerd worden gelijk aan de stralingsenergie van 45 kW/m² (0,045 MW/m²) per m².

De waterbehoefte zal volgens de in het brandbeveiligingsconcept aangegeven formule zijn:
 $60 \cdot 0,9 \cdot 0,045 / 2,61 \text{ liter/m}^2 = 1 \text{ liter/min (afgerond)}$.

⁴⁰ Het principe van spiegelsymmetrie laat een aftrek van 30 minuten toe; de totale waarde blijft 240 minuten.

⁴¹ Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van brand.

⁴² Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand, hoofdschema 4.4.1.4.

⁴³ Zie hoofdstuk 3.6 emissies.

Bij een stapeloppervlakte van 250 m² (meet 16*16 m afgerond) met een hoogte van 5 meter is het te koelen oppervlakte, c.q. af te schermen stralingsoppervlak:

$$4*16*5 \text{ meter} = 320 \text{ m}^2.$$

Dus in totaal is nodig ruim 320 liter/min (opgebracht met tenminste 2 stralen van 250 liter/min).

De totale, tijdelijke bufferruimte voor mogelijk vervuild bluswater moet bij een inzet van 3 uur $3*2*250*60= 90.000$ liter zijn.

Buitenaanval

Indien gebouwen tussen de 1 en 3 meter uit elkaar staan is een buiteninzet mogelijk waardoor met behulp van 2 stralen de wand over een lengte van 20 meter kan worden gekoeld. Bij afstanden tussen de gebouwen van meer dan 3 meter kan worden gekoeld over een afstand van 25 meter per ingezette straal⁴⁴. De maximale afstand waarover deze eis geldt is weergegeven in tabel 12.

| hoogte wand [m] | totale breedte [m] 'aangebouwde' wand bij buiteninzet vanaf zijkant |
|-----------------|---|
| 6 | 20/25 ⁴⁵ |
| 5 | 20/25 |
| 4 | 20/25 |

Tabel 13 - Breedte van aangebouwde gesprinklerde gebouwen met kunststofopslag

In verband met de beheersbaarheid en het voorkomen van doorslag van een compartiment naar een ander compartiment is het noodzakelijk dat het aantal verbindingen en de oppervlakte van de wanden tussen aangebouwde compartimenten te beperken.

Het maximaal aantal verbindingen mag gelijk zijn aan het gestelde in het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand', uitgave min. BZK⁴⁶.

Milieu

Door het snel reageren van de sprinklers zal een brand zich niet ontwikkelen en zal veel minder bluswateropvang noodzakelijk zijn. Door de faalkans van een sprinklerinstallatie (volgens CBS-statistieken ongeveer 2,5 %) moet wel rekening gehouden worden met de mogelijkheid van noodopvang van het bluswater uit de sprinklerinstallatie.

De grote hoeveelheden rook die ontstaan zijn in het algemeen geen gevaar voor de volksgezondheid. Metingen op locatie bij brand zijn nodig om dit te controleren. Extra aanvullende maatregelen hiervoor zijn derhalve in het algemeen niet nodig.

N.B.: Het effect van zwarte rook op de openbare orde blijft maatregelen noodzaken.

(geen specifieke eisen)

2.2 Rookcompartimenten

De regels ter beperking van de verspreiding van rook zijn bedoeld voor een veilige ontvluchting door de gebruikers van een inrichting. Op het kantoor, de werkplaats en andere niet-opslagruimten van de inrichting zijn de standaard regels van kracht.

Voor de binnenopslag moeten, wegens de enorme rookproductie van kunststofbrand, bijzondere maatregelen getroffen worden.

⁴⁴ 'Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand', 4.4.1 punt 5.

⁴⁵ 20 meter wanden < 3 meter uit elkaar; 25 m wanden > 3 meter uit elkaar.

⁴⁶ Hoofdschema 4.4.1.4.

Bij de binnenopslag zijn voorzieningen getroffen waardoor de bij brand vrijkomende rook afgevoerd wordt en tegelijkertijd voldoende lucht in de opslagruimte kan toetreden. De gerealiseerde 'ventilatiecapaciteit' dient met een daartoe geëigende berekening onderbouwd te worden.

2.3 Ontvluchting

Bij brand is een goede ontvluchtingsmogelijkheid voor de gebruiker letterlijk van levensbelang. De uitgangspunten hiervoor van het Bouwbesluit kunnen hier ook zonder meer worden toegepast. De maximale loopafstand van enig punt binnen de kunststofopslag tot buiten het compartiment (vluchtroute) moet zijn uitgevoerd overeenkomstig de eisen voor bezettingsgraad B-5 uit het Bouwbesluit 2002, waarbij de stapels (stellingen) kunststofopslag worden gezien als "ruimteafscherming", gelijk als niet dragende constructieonderdelen.

De werkelijke loopafstand vanaf ieder punt tot buiten het rookcompartiment bedraagt maximaal 60 meter bij een ingedeeld rookcompartiment en bij een niet verder ingedeeld rookcompartiment is dat maximaal 40 meter. Deuren in deze vluchtroute moeten zodanig zijn uitgevoerd dat deze eenvoudig in één handeling zijn te openen

2.4 Constructieve veiligheid

n.v.t.

2.5 Materiaalgebruik

In relatie tot de opgeslagen kunststof spelen de gangbare materiaaleisen, gesteld in het kader van het beperken van rook- en de brandontwikkeling een ondergeschikte rol. Er worden dan ook geen andere eisen gesteld dan normaal in het bouwbesluit zijn opgenomen.

(geen specifieke eisen)

2.6 Brandbeveiligingsinstallaties

Wegens de mogelijk snelle brandontwikkeling in een opslag verdient het aanbeveling om ook kleinere opslagen in de inrichting te voorzien van een sprinklerinstallatie.

Sprinklerinstallatie

Binnenopslagen groter dan 1000 m² zijn beveiligd door een sprinklerinstallatie (zie verder tabel 9).

Een eventuele sprinklerinstallatie is gecertificeerd en uitgevoerd met de voorwaarden zoals die zijn opgenomen in het VAS en aanvullende voorschriften van het NFPA, nrs. 13 en 231D, hoofdstuk 4.

Toegepast zijn ESFR-sprinklers⁴⁷.

2.7 Brandveilig beheer en gebruik

Voorkomen van brand en brandgevaar

Bijzondere aandacht moet besteed worden aan het voorkomen van brand en het voorkomen van uitbreiding van de brand.

Machines zijn beveiligd tegen oververhitting.

De opslagen zijn zodanig (fysiek) gemarkeerd dat de onderlinge afstanden, bedoeld om overslag te voorkomen, worden gewaarborgd.

⁴⁷ Early suppression fast response.

Beperking verspreiding smeltend kunststof

Om branduitbreiding tegen te gaan, moet de bij brand uitzakkende kunststof opgesloten worden. Dit kan door de opslag(stapel) in een iets verdiepte vloer te projecteren dan wel door de stapel direct na het begin van de brand in te dammen met aarden wallen. Indien toch heet, brandend kunststof zich verspreidt over een betonnen vloer, moet men bedacht zijn op het 'springen van het beton'. Hierdoor worden grote hoeveelheden brandend kunststof soms wel 5 meter de hoogte in geworpen, met alle gevaren voor brandweermensen en branduitbreiding van dien [HSL, 2004].

De opslagen (stapels) hebben voorzieningen die het verspreiden van smeltend kunststof, in het bijzonder in de ruimte tussen de stapels, voorkomen.

Bereikbaarheid

De inrichting en de door de brandweer te beveiligen brandcompartimenten moet zonder vertraging te bereiken zijn. Behalve op een goede inrichting van het terrein, waardoor technisch gezien de bereikbaarheid van de gebouwen en de bluswatervoorzieningen is gegarandeerd, moet ook gelet worden op het gedrag, in het bijzonder het parkeergedrag⁴⁸, van de gebruikers van het terrein.

Uitgangspunt bij grootschalige complexen is dat deze voor brandweervoertuigen van twee zijden onafhankelijk benaderd kan worden, opdat altijd een bovenwindse aanrijroute gekozen kan worden en de kans op opstoppingen minimaal is.

De rijstroken zijn geschikt voor voertuigen met een asbelasting van 100 kN.

De vrije doorrijhoogte is ten minste 4,2 meter.

Indien het perceel verder dan 20 meter van de openbare weg ligt moet er een verbindingsweg naar het perceel zijn.

Elk brandcompartiment is van twee zijden door een brandweervoertuig te benaderen.

Opstelplaatsen

De opstelplaatsen voor brandweereenheden dienen aan de volgende voorwaarden te voldoen:

De afstand van een opstelplaats is niet meer dan 40 meter verwijderd van het object.

De opstelplaats is geschikt voor voertuigen met een asbelasting van 100 kN.

De maten voor een opstelplaats van een tankautospuiter bedragen: lengte 10 meter, breedte 4,5 meter.

Kleine blusmiddelen

Het aantal kleine blusmiddelen moet tenminste zodanig zijn dat vanaf iedere plaats op het opslagterrein binnen 20 meter⁴⁹ een sproeischuimblusser met een inhoud van 6 liter blusstof gebruiksgereed is opgehangen. Bij grote opslagen moeten, op basis van een Risico-inventarisatie en -evaluatie (Arbo-wet), nader eisen gesteld worden aan het aantal kleine blusmiddelen en moet op strategische plaatsen een poederwagen met een inhoud van 50 kg gebruiksgereed staan⁵⁰.

Bluswatervoorziening van het complex

Wat de levering van bluswater betreft geven de CCRB bulletins 'Primaire bluswatervoorziening (1998)' en 'Secundaire en tertiaire bluswatervoorziening (2000)' normen.

⁴⁸ Parkeren van auto's, maar ook tijdelijke opslag van producten en materialen.

⁴⁹ overeenkomstig AMVB 840, besluit bouw en houtbedrijven milieubeheer

⁵⁰ Richtlijn I per 5000 m² opslag.

Primair bluswater

De brandkranen hebben een watercapaciteit tenminste 60 m³ per uur (1000 liter/min).

Secundair bluswater

Als een brand zich dusdanig ontwikkelt dat de primaire bluswatervoorziening niet meer volstaat, moet men kunnen terugvallen op een secundaire bluswatervoorziening. Bij kunststofbranden is te voorzien dat er een tot vier waterkanonnen (1000 – 2000 liter/min) ingezet moeten worden.

De minimale capaciteit voor een secundaire bluswatervoorziening is 90 m³ per uur (1500 liter/min).

Deze watervoorziening moet onafhankelijk van de primaire bluswatervoorziening kunnen worden toegevoegd aan de inzet.

Watertransportafstand

De afstand tot een secundaire waterwinplaats is maximaal 225 meter hemelsbreed gemeten (= 320 meter over de weg gemeten).

3. Installatietechniek

Om bij een beginnende brand een snelle interventie door aanwezig personeel mogelijk te maken moet het aantal slanghaspels tenminste zodanig zijn dat voldaan wordt aan artikel 2.192.3 van het Bouwbesluit 2002. Hierbij moet alleen gekeken worden naar voorwaarden met betrekking tot de uitvoering en plaatsing en niet naar de ondergrens van het oppervlaktecriterium waarop slanghaspels verplicht worden. Op grond van de voorschriften uit NFPA 231D is het extra toepassen van een sproeischuimblusser naast een slanghaspel, voor de eerste interventie bij brand het beste blusmiddel.

Nabij ieder slanghaspel moet een sproeischuimblusser zijn geplaatst met een bluscapaciteit van tenminste 6 liter blusstof. (Bij buitenopslag geen slanghaspel in verband met vorstgevaar.)

4. Gebruik

Bereikbaarheid opgeslagen kunststof

Om een goede repressieve inzet door de eigen bedrijfshulpverlening en de brandweer mogelijk te maken geeft de NFPA 231D richtlijnen voor de maximum afmetingen van stapels. Zie hiervoor ook de Handleiding opslag autobanden [Nibra, 2002].

De diepte van een opslagstapel is maximaal 15 meter (bij een onbepaalde lengte).

Een stapel die maar van één zijde is te benaderen heeft een diepte van maximaal 7,5 meter.

Aanwezigheid van wegenbouwmachines

Bij kunststofbranden is de inzet van mogelijk drie typen wegenbouwmachines vaak noodzakelijk, namelijk dieplepels met speciale grijpbakken, bulldozers en wielladers. Met deze machines kan de repressieve inzet effectiever en efficiënter uitgevoerd worden doordat ze nog niet brandend kunststof uit de stapel kunnen verwijderen. Daarnaast kunnen ze ook de brand met grond afdekken. Efficiënt gebruik van deze machines vereist vakmanschap. Het is daarom sterk af te raden de machines door brandweerpersoneel te laten bedienen.

De inrichting beschikt over materieel en personeel dat in staat is nog niet brandend kunststof uit de opslagplaatsen te rijden.

5. Interne organisatie

5.1 Calamiteitenorganisatie

Het blussen van een eenmaal ontwikkelde kunststofbrand is niet eenvoudig. Nog meer dan bij andere opslagbedrijven, verdient het voorkomen van brand bij een kunststofopslag dan ook veel aandacht. Aangezien de kans op het ontstaan van brand niet volledig geëlimineerd kan worden, verdient de eerste brandbestrijding veel aandacht. Om een effectieve eerste bluspoging te kunnen ondernemen is de aanwezigheid van een goed geoefende en geëquipeerde calamiteitenorganisatie van groot belang. Verder zal de brandweerinzet gecombineerd worden met de inzet van wegenbouwmachines, om de nog niet brandende opslagen te verwijderen en daarmee de aanwezige vuurlast te verlagen.

De inrichting heeft een, op een risico-inventarisatie en evaluatie afgestemde, calamiteitenorganisatie (in termen van de Arbo-wet: bedrijfshulpverlening).

5.2 Calamiteitenplan

Om in het geval van een calamiteit goed te kunnen optreden dient er een calamiteitenplan te zijn. Het bestrijden van kunststofbranden met kleine blusmiddelen is niet zonder risico. Hiervoor moeten personeelsleden voldoende zijn opgeleid.

De inrichting heeft een periodiek geactualiseerd Calamiteitenplan

Bedrijfshulpverleners zijn adequaat opgeleid en worden periodiek geoefend.

De bedrijfshulpverleningsorganisatie is in staat om, onder dekking van de brandweer, met gebruik van daartoe geschikt materieel, opgeslagen kunststof bij de brandhaard weg te halen.

Er worden regelmatig ontruimingsoefeningen gehouden.

Er wordt regelmatig gecontroleerd op veiligheid en overtredingen van regels en (bijna-) ongevallen worden vastgelegd.

6. Inzet brandweer

6.1 Planmatige voorbereiding

Bereikbaarheidskaart

De lokale brandweer, (regionale) officier gevaarlijke stoffen (ROGS), de Gemeenschappelijke meldkamer en de adviseur gevaarlijke stoffen (AGS) beschikken over informatiedragers betreffende de snelste en veiligste (windrichting) aanrijroute.

Aanvalsplan

Bij een kunststofbrand moet per definitie multidisciplinair worden opgetreden. Een aanvalsplan bevat de informatie die voor de inzet noodzakelijk is, met name informatie over de inrichting (bereikbaarheid complexe situaties) en over het 'invloedsgebied' (aanwezigheid kwetsbare en 'beperkt kwetsbare' objecten).

Er is een aanvalsplan met informatie over alle in het brandbeveiligingsconcept kunststofopslagen relevant geachte informatie.

6.2 Opkomsttijd

De normopkomsttijd voor industriecomplexen (gebouwen en inrichtingen) is 10 minuten cf. de Handleiding brandweerzorg [BZK 1992]. Op lokaal niveau kunnen opkomsttijd en capaciteit verschillen; indien dat verschil op locatie van een inrichting met een kunststofopslag aanmerkelijk afwijkt, moet in de veiligheidsbalans een alternatief gezocht worden om een zelfde veiligheidsniveau te bereiken.

De opkomsttijd van de eerste tankautospuiter is maximaal 10 minuten.

6.3 Voorzieningen voor rookafvoer

De brandweerpraktijk (zie casesbeschrijvingen) leert dat brandend kunststof nauwelijks te blussen is. Voor een (milieu-)effectieve brandbestrijding moet de 'brandstof' worden weggehaald. Dit is een arbeidsintensief karwei waarbij rook het werken onmogelijk kan maken. Om de inzet bij een binnenbrand te kunnen realiseren moeten de uittredende rookgassen worden afgevoerd. Hiervoor moet een rook-warmte-afvoer installatie zijn aangebracht. Hiermee wordt tevens een zogeheten brandstofbeheerste brand gerealiseerd waardoor een betere verbranding plaatsvindt en minder giftige stoffen vrijkomen.

Rook en warmte moeten voldoende kunnen worden afgevoerd. Systemen dienen te voldoen aan NEN 6093.

6.4 Inzetstrategie

'Laten branden of blussen'

Bij kunststofbranden komen grote hoeveelheden rook vrij met daarin giftige stoffen waardoor ze te vergelijken zijn met incidenten met gevaarlijke stoffen. De rook heeft veel invloed op de omgeving; mogelijk moeten mensen in eerste instantie schuilen. Het koelen van de brandhaard is niet gewenst aangezien daardoor meer giftige stoffen vrij zullen komen. Verlaging van de brandtemperatuur zorgt namelijk voor een nog onvolledigere verbranding. In principe wordt gekozen voor het gecontroleerd laten uitbranden; dit om milieuschade te beperken⁵¹.

Er is een gecoördineerde inzet van overheidshulpdiensten voorbereid op het coördinatieniveau van tenminste GRIP-3⁵².

De operationele inzet is geprepareerd middels tenminste een aanvalsplan; een rampbestrijdingsplan is nodig wanneer in het invloedsgebied (straal van circa 1 kilometer) 'kwetsbare' en 'beperkt kwetsbare objecten' liggen⁵³.

Het bevoegd gezag heeft de principekeuze 'gecontroleerd laten uitbranden i.p.v. blussen' geaccordeerd.

'Nablussing'

In de meeste gevallen is, met het oog op de nablusproblematiek, de meest effectieve manier van brandbestrijding van grote branden het smoren van de brand met grond. De brand kan anders nog weken of maanden nasmeulen.

⁵¹ Bij een brand in een magazijn van de fa. Blokker is de gemeente aansprakelijk gesteld voor de milieuschade t.g.v. vervuild bluswater.

⁵² GRIP staat voor gecoördineerde regionale incidentenprocedure. De GRIP-classificatie loopt van 1 tot 4 (zie brochure ministerie van BZK) waarbij 3 staat voor bestuurlijke coördinatie van meerdere operatiebevelhebbers (burgemeesters) en andere eenhoofdige bestuursorganen (bv. voorzitter waterschap).

⁵³ In verband met langdurige inzet en mogelijke effecten op bevolking, evacuatie en dergelijke.

6.5 Beheersbaarheid van brand: in pandig

In verband met de beheersbaarheid en het voorkomen van doorslag van een compartiment naar een andere ruimte is het noodzakelijk het aantal verbindingen en de oppervlakte van de wanden tussen aangebouwde compartimenten te beperken. Het maximaal aantal verbindingen mag gelijk zijn aan het gestelde in het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand'⁵⁴.

In het geval dat de wanden van buitengevels dicht bij elkaar staan dan de afstanden genoemd in tabel 12, waarbij de brandwerendheid van de wand kleiner is dan de vuurlast, moet rekening worden gehouden met het bezwijken van de wand. De wand zal door brandweerinzet extra beschermd moeten worden. Het totaal toegelaten oppervlakte van wanden van aan elkaar grenzende loodsen is dan afhankelijk van de waterbehoefte bij koelen⁵⁵. Indien deze bescherming niet door de inzet van brandweerpersoneel⁵⁶ verzekerd kan worden, zal een voorbereide installatie noodzakelijk zijn in de vorm van een droge blusleiding met daarop aangebracht zogeheten wandsprinklers. De waterbehoefte daarvoor is volgens VAS⁵⁷ ongeveer 8 liter/m² (breedte wand volgens tabel 12 is bepaald bij een waterlevering van een autospuit van 90 m³/uur)

N.B. de vrije ruimte tussen de stapel (stelling) en wand moet, in verband met de mogelijkheid om te kunnen koelen, in de genoemde situaties, gegarandeerd 10 cm bedragen.

De benodigde hoeveelheid water per m² is bij een inzet, binnen op een scheidingswand door de brandweer, 2,3 liter/m². Bij het uitgangspunt dat de temperatuur van de kunststofbrand ongeveer 1100 °C is en de stralingsintensiteit, waarmee gerekend wordt, in verband met direct vlamcontact ongeveer 100 MJ/m².

Er kunnen in verband met de noodzakelijke binnenaanval (2 personen per stal met adembescherming) per autospuitruimte tussen wand en opslag slechts twee stralen worden ingezet (1 straal levert ongeveer 250 liter per minuut). Totaal is aan water dan ongeveer 500 liter/min beschikbaar.

Nb. Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat de opslag niet tegen de wand mag zijn opgestapeld omdat anders geen veilige inzet van de brandweer mogelijk is. De minimale afstand tussen wand en stapeling is 3 meter.

| hoogte wand [m] | totale breedte 'aangebouwde' wand bij buiten inzet vanaf zijkant [m] | totale breedte 'aangebouwde' wand i.v.m. waterbehoefte binnenaanval [m] | gesprinklerde uitvoering totale breedte aangebouwde wanden [m] |
|-----------------|--|---|--|
| 6 | 20/25 ⁵⁸ | 36 | 31 |
| 5 | 20/25 | 43 | 37 |
| 4 | 20/25 | 54 | 47 |

Tabel 14 - Breedte van ongesprinklerde gebouwen met kunststofopslag

6.6 Beheersbaarheid van brand: buiten

Indien de gebouwen tussen de 1 en 3 meter uit elkaar staan is een buiteninzet mogelijk waardoor met behulp van 2 stralen de wand over een lengte van 20 meter kan worden gekoeld. Bij afstanden tussen de gebouwen van meer dan 3 meter kan worden gekoeld over een afstand van 25 meter per ingezette straal⁵⁹.

Bedraagt de afstand tussen twee gebouwen minder dan 0,5 meter dan moeten deze gezien worden als (volledig) aaneengebouwd⁶⁰.

⁵⁴ [BZK, 1995], Hoofdschema 4.4.1.4.

⁵⁵ Zie § 4.5.3 omgeving beschermen en voor berekening: bijlage B van 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand'.

⁵⁶ Binnenaanval niet verantwoord.

⁵⁷ Voorschriften voor automatische sprinklerinstallaties.

⁵⁸ 20 meter wanden < 3 meter uit elkaar 25 m wanden > 3 meter uit elkaar.

⁵⁹ 'Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand' 4.4.1 punt 5.

⁶⁰ 'Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand' 4.4.1 punt 5.

6.7 Opvang bluswater

Het bluswater kan ernstig vervuild zijn met de verbrandings- en ontledingsproducten van de brand en moet derhalve worden opgevangen. Deze opvang van vervuild bluswater kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. De opvangcapaciteit is tenminste gelijk aan de benodigde hoeveelheid of zo veel minder wanneer bluswater, voor zover niet of slechts licht vervuild, hergebruikt kan worden.

Op grond van Bijlage B van het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand' zal bij een te koelen oppervlak een energie worden gekoeld gelijk aan de stralingsenergie van 45 kW/m^2 ($0,045 \text{ MW/m}^2$). Per m^2 zal de waterbehoefte zijn volgens de in het brandbeveiligingsconcept aangegeven formule;
 $60 \cdot 0,9 \cdot 0,045 / 2,6 = 1 \text{ liter/m}^2$ (afgerond).

Bij brand in één compartiment kan in het geval van aaneengesloten opslag met keerwanden totaal koeling nodig zijn van de oppervlakte van de aangrenzende compartimenten (ieder 250 m^2):

$3 \cdot 250 = 750 \text{ m}^2$. Dit vergt 750 liter/min . Doordat dit water alleen wordt gebruikt voor koeling is hier geen sprake van significante vervuiling: opvang is dus niet nodig.

Indien een dergelijke brand zich ondanks inzet toch uitbreidt tot 1000 m^2 zal bij een inzet op de brandhaard een grote hoeveelheid bluswater nodig zijn. Volgens het 'brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand', bijlage B, zal ongeveer nodig zijn $450 \cdot F \cdot R$.

F is voor een dergelijke brand gesteld op 1 (middelbrand, namelijk tenminste nodig twee autospuiten),

De 'werkelijke' waarde van R zal ongeveer liggen op ongeveer $1 \text{ kg V/m}^2/\text{minuut}$, dat is 1000 kg per minuut bij een oppervlakte van 1000 m^2 hetgeen overeenkomt met 16 kg/sec . De bluswaterbehoefte Q wordt dan $450 \cdot 1 \cdot 16 = 7200 \text{ liter/min}$.

Voor een verwachte volledige inzet van 3 uur zal dus een opvang nodig zijn van $7200 \cdot 60 \cdot 3 =$ ongeveer 1,3 miljoen liter, hetgeen niet op te vangen is door normale opvangregels. Hiervoor zal dan noodopvang gerealiseerd moeten worden. Dit moet preparatief meegenomen worden in het aanvalsplan.

Nb. indien blijkt dat een brand niet snel genoeg geblust kan worden in verband met inzetbeperkingen en aangetroffen situatie ter plaatse moet worden besloten een brand- /opslagcompartiment te laten uitbranden, hierdoor ontstaat de minste directe en indirecte milieubelasting. De te verwachten brandduur is dan $4 \cdot 300.000 / 16 \text{ sec} = 20 \text{ uur}$.

De grote hoeveelheden rook die ontstaan zijn in het algemeen geen gevaar voor de volksgezondheid. Metingen op locatie bij brand zijn nodig om dit te controleren. Extra aanvullende maatregelen hiervoor zijn derhalve in het algemeen niet nodig.



REFERENTIES

Brandweer Lochem, 2005,

http://members.lycos.nl/brandweerlochem/grote_brand.htm.

BZK 1992,

Handleiding brandweezorg, Den Haag, 1992.

BZK, 1995,

Brandbeveiligingsconcept Beheersbaarheid van Brand – Onderzoeksrapportage met Reken- en Beslismodel. Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag, 1995.

BZK, 1995,

Brandbeveiligingsconcept industriegebouwen. Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag, juni 1995.

Carlsson, E., 1999,

External Fire Spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research, Lund University, Zweden.

Government of United Kingdom, 2000,

Approved Document B, Fire safety, Edition 2000, Groot-Brittannië.

Government of Canada, 1994,

Fire Code 374, Fire Protection Standard For General Storage (indoor and outdoor), Canada, september 1994.

HSL (Health & Safety Laboratory), 2004,

Comparison of the fire hazards presented by plastic and timber pallets, Report number HSL/2004/14, A.M. Thyer and G. Atkinson, Buxton, 2004.

InfoMil, 2004,

Handleiding Externe veiligheid inrichtingen (Bevi), Den Haag, juni 2004.

Irvine, D.J., J.A. McCluskey, I.M. Robinson, 2000,

Fire hazards and some common polymers, *Polymer Degradation and Stability* **67** 383-396.

Jiang, F., 1998,

Flame radiation from polymer fires. *Fire Safety Journal* **30** 383-395.

KNCV (Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging), 1988,

Chemische Feitelikheden, Kunststoffen bij brand (056), Den Haag, 1988 - .

Mennen, M.G., 2002,

Resultaten van metingen door de Milieuongevallendienst bij branden, RIVM rapport 609100002/2002.

Nibra, 1995,

Werkblad, versie 12 (bepaling bronsterkte bij brand), Nibra/DCMR, 1995.

Nibra, 2002,

Handreiking opslag van autobanden, Nibra, 2002.

- Nibra, 2003,
Miljoenenbranden in Nederland, Nibra publicatiereeks, nr 16, Nibra, maart 2003.
- NFK (Nederlandse federatie voor kunststoffen), 1992,
Brandveilige toepassingen van kunststoffen in de bouw.
- NVBR, 2005,
www.brandweer.nl/cms/show/id=149039/contentid=54267.
- Omroep Brabant, 2005,
www.omroepbrabant.nl/resources/news/news.aspx?news=40852.
- RIVM, 1998,
Studie naar de verbrandingsproducten van chemicaliën of bestrijdingsmiddelen, rapport nr. 610066009.
- RIVM, 1994,
Emissions of dioxins in the Netherlands, report 770501018, pagina 72.
- RIVM, 2005,
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/748704045.html>.
- SAVE, 1995,
Beheersbaarheid van brand; bouwstenen voor regelgeving, 1995.
- SBR 88,
SBR-rapport nr. 88, Rookontwikkeling bij brand, (uitgevoerd door het Centrum voor brandveiligheid TNO Bouw).
- SR
Die Feuerversicherung von Kunststoffen, Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zurich (datum onbekend).
- Standford Business, 2005,
www.mbapolymers.com/standford.htm.
- Stichting Ratiobouw, 1966,
De vorming van al dan niet voor de gezondheid schadelijke ontledingsproducten door brandende of smeulende kunststoffen, Verzameling Bouwstudies nr. 14, Bouwcentrum, Rotterdam juni 1966.
- Troitzsch, 1982,
Brandverhalten von Kunststoffen, Grundlagen – Vorschriften – Prüfverfahren. Jürgen Troitzsch unter Mitwirkung van H.-Dietrich Beenken, Hans-Jochem Bönold, Martin Rieber und Hans-Wilhelm Schiffer, München, 1982.
- UK Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2005,
Environmental Sampling After a Chemical Accident (vrijkomende verbindingen bij verschillende brandtypen), www.defra.gov.uk/environment/accident/sampling/index.htm.
- VNG, 1993,
Model Bouwverordering, Den Haag, 1993.

VROM, 2000,
Interventiewaarden gevaarlijke stoffen, nr. 8, Den Haag, 2000.

VROM, 2003,
Regeling Bouwbesluit, Den Haag, 2003.

Werken, 2002,
Inventarisatie Infolhouders van Geëmiteerde Stoffen bij Brand, RIVM rapport 609100001/2002.
(Onderzoek in het kader van het project S/609100 'Emissies bij brand'), G. van de Werken,
M.G. Mennen en N.J.C. van Belle, Bilthoven, 2002.



BEGRIPPENLIJST

Beperkt kwetsbaar
object (cf. Bevi)

- verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare; dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van minder of gelijk aan 1500 m² per object;
- restaurants, voor zover hierin geen grote aantallen personen gedurende een groot deel van de dag aanwezig plegen te zijn;
- winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van minder of gelijk aan 2000 m², voor zover zij geen onderdeel uitmaken van een complex waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd, waarvan het gezamenlijk bruto oppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en waarin een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd;
- sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet bestemd zijn voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;
- bedrijfsgebouwen, voor zover zij geen gebouwen zijn waarin grote aantallen personen gedurende een groot deel van de dag aanwezig plegen te zijn zoals:
 - kantoorgebouwen en hotels met een bruto oppervlak van meer dan 1500 m² per object;
 - complexen, waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd, waarvan het gezamenlijk bruto oppervlak meer dan 1000 m² bedraagt, en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van minder of gelijk aan 2000 m², voor zover in die complexen of die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd;
- objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde (zie '*risicovolle inrichting*') gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn;
- objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de 'gevaarlijke stoffen' die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Bevi
Binnenopslag

Besluit externe veiligheid inrichtingen.
Stoffen/producten die opslagen zijn in een bouwwerk. Dit kan een besloten ruimte zijn, maar ook een afdak zonder (buiten)wanden. Een met (brandwerende) wanden omsloten opslagterrein valt niet onder de noemer 'binnenopslag'.

Blusleiding (droge)

Een voorziening voor gebouwen hoger dan 20 m waarmee de brandweer een snelle watervoorziening op hogere etages kan realiseren.

Brand-
/rookcompartiment
Branddoorslag

Dit is een gedeelte van een of meer gebouwen bestemd als maximaal uitbreidingsgebied van brand en/of rook.
De voortplanting van brand door een (brandwerende) constructie heen.

Brandklassen en
blusstoffen

| Klasse | brandbare stoffen | voorbeelden |
|----------|---|--|
| A | vaste organische stoffen | Hout, papier, textiel |
| B | vloeibare / smeltende, vloeibaar wordende stoffen | Benzine, olie, lak, verf, teer, alcohol, paraffine |
| C | gassen | propan, butaan, waterstofgas, aardgas |
| D | metalen | aluminium, magnesium, kalium, natrium |

Brandoverslag

De voortplanting van brand via de buitenlucht door vlammen en/of straling.

Buitenopslag

Stoffen/producten die opgeslagen zijn op een opslagterrein. Een met (brandwerende) wanden omsloten opslagterrein ook onder de noemer 'buitenopslag'.

Calamiteitenorganisatie

Een organisatie van het bedrijf die optreedt in geval van een calamiteit (bijvoorbeeld BHV organisatie, bedrijfsbrandweer en dergelijke).

Droge blusleiding

De droge blusleidingen geven de brandweer ook op de hoger gelegen verdiepingen of ver van de opstelplaats gelegen plaatsen de beschikking over bluswater. De blusleiding wordt bij brand gevoed door de brandweer.

Exotherme reactie

Een chemische reactie waarbij energie (warmte) vrijkomt.

Explosieve verbranding

Dit is een zeer snel en heftig verlopende chemische reactie (verbranding) waarbij bij veel energie vrij komt. Hierbij vindt drukverhoging in de brandruimte plaats.

Flashover

Flashover is het moment van explosieve verbranding van alle gassen die door de pyrolyse bij een brand zijn ontstaan. Brand warmt een ruimte op. Door deze opwarming zullen ook materialen die niet deelnemen aan de brand gaan pyrolyseren (ontgassen). Deze brandbare gassen verzamelen zich in de brandruimte. Op een bepaald moment is de hoeveelheid brandbare gassen zodanig dat er een zogenaamd 'explosief mengsel' ontstaat. Dit mengsel zal door het aanwezige vuur ontstoken worden. Binnen zeer korte tijd staat de gehele ruimte in brand, de Flashover. Door een flashover loopt de temperatuur in de brandruimte in zeer korte tijd op tot 800 à 1000 °C.

Gelijkwaardigheid

Hiermee is de mogelijkheid om, mits binnen het kader van de functionele eis wordt gebleven, af te wijken van de in het Bouwbesluit 2003 gegeven prestatie-eisen. De aanvrager die een beroep op het gelijkwaardigheidsartikel doet moet ten genoegen van burgemeester en wethouders aantonen dat het bouwwerk ten minste een zelfde mate van b.v. veiligheid en bescherming van het milieu biedt als is beoogd met het betrokken voorschrift.

Groepsrisico

Het GR is een oriënterende waarde waarin de kans op groepen slachtoffers is verwerkt. Het is gekoppeld aan personendichtheid binnen het 'invloedsgebied' van een ongeval met gevaarlijke stoffen.

| | |
|-------------------------------|---|
| Invloedsgebied | Het invloedsgebied voor het groepsrisico is het gebied gelegen tussen de risicovolle inrichting en de 1% letaliteitsgrens (in afwijking hierop is de grens voor LPG op 150 m gesteld). N.B.: Het effectgebied, waar onder andere de gewonden vallen en de openbare orde wordt verstoord, is veel groter dan het invloedsgebied (voor LPG gesteld op orde grootte 500 m). |
| Katalysator | Een katalysator is een stof, meestal een metaal(oxide), die de activeringsenergie van een reactie verlaagt en daarmee het verloop van de reactie versnelt. In dit geval zal een brandbaar mengsel bij aanwezigheid van een katalysator gemakkelijke, door geringere ontstekingsenergie, tot ontbranding komen. |
| Kernbrand | Een brand die zich via het materiaal voortplant naar het midden van een hoeveelheid brandbaar materiaal en daar als een gloed brand voortgaan. |
| Klasse A schuim | Blusschuim geschikt voor het blussen van brand in een klasse A materiaal (een vaste stof). |
| Klasse B schuim | Blusschuim geschikt voor het blussen van brand in een klasse B materiaal (een brandbare vloeistof). |
| Kwetsbaar object (ex Bevi) | <ul style="list-style-type: none"> • woningen, niet zijnde verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare of dienst- en bedrijfswoningen van derden; • gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals: <ul style="list-style-type: none"> ○ ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen; ○ scholen; ○ gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen; • gebouwen waarin grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig plegen te zijn., zoals: <ul style="list-style-type: none"> ○ kantoorgebouwen en hotels met een bruto oppervlak van meer dan 1500 m² per object; ○ complexen, waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd, waarvan het gezamenlijk bruto oppervlak meer dan 1000 m² bedraagt, en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van minder of gelijk aan 2000 m², voor zover in die complexen of die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd; • kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen van het jaar. |
| Letaliteitsgrens, 1% | De grens van het gebied waarin de blootstelling aan een gevaarlijke stof voor 1% van de aanwezigen fataal is. De blootstellingsduur is 30 minuten (of de passagetijd van een gaswolk indien deze korter is dan 30 minuten). |
| Normatief brandverloop | Doelstellend tijdsverloop van ontdekking, melding, alarmering, ontvluchting, blussing van brand en redding. |
| Ontgassing | Dit is het proces van ontbinding door verhitting, waarbij gassen vrijkomen. Een brandbaar product is samengesteld uit chemische componenten en bij verhitting zal het gaan ontbinden, waardoor brandbare gassen vrijkomen. (zie ook pyrolyse). |
| Plaatsgebonden risico | Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als een kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon |

| | |
|--|--|
| | <p>voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.</p> |
| Preflashover | <p>Dit is de fase van geleidelijke verbranding die voorafgaat aan de explosieve verbrandingsfase van flashover.</p> |
| Pyrolyse(fase) | <p>Bij het aansteken (verwarmen) van brandbare materialen wordt een gedeelte van het materiaal gepyroliseerd (verdampt), waardoor de vrijkomende gassen kunnen reageren met zuurstof in de lucht. Hierbij komt weer zoveel energie vrij dat meer materiaal gepyroliseerd wordt en de brand kan worden onderhouden.</p> |
| Risicovolle inrichting (bedrijf) (ex Bevi) | <p>Inrichting met zodanige specifieke kenmerken dat voor de vaststelling van de door betreffende inrichting veroorzaakte risico's een specifieke risicoanalyse (QRA) moet worden uitgevoerd. Daarnaast zijn er 'categorale inrichtingen', waarvoor op grond van hun kenmerken, zonder een QRA, vaste risicoafstanden zijn vastgesteld (bijvoorbeeld een LPG-station met een bepaalde, minimum doorzet per jaar).</p> |
| Smeulbrand | <p>Bij een smeulbrand worden brandbare stoffen zodanig verhit dat deze gaan gloeien en langzaam verbranden. Hierbij zijn geen vlammen zichtbaar. De verbranding van een sigaret is bijvoorbeeld een smeulbrand. De temperatuur loopt bij een brand geleidelijk op en door de grote hitte gaan de brandende materialen en de andere materialen in de ruimte ontgassen. Deze brandbare gassen, soms zichtbaar als rook, verzamelen zich onder het plafond. De temperatuur vlak onder het plafond is dan ook altijd hoger dan de temperatuur op de grond. Soms is het temperatuursverschil enkele honderden graden.</p> |
| Spiegelsymmetrie | <p>Bij het bouwen ter beperking van het gevaar van brandoverslag rekening moet worden gehouden met een spiegelsymmetrisch, maar verder identiek gebouw op een naburig perceel. Het gaat hierbij om een denkbeeldig identiek gebouw, waarvoor niet van belang is of er feitelijk een gebouw staat en zo ja, wat voor een. Voor dit denkbeeldige, identieke gebouw moet men uitgaan van een identieke gevel die op dezelfde afstand van de perceelsgrens ligt als de het te bouwen gebouw.</p> |
| Vlammenbrand | <p>Dit is een brand waarbij vlammen zichtbaar zijn. Net als bij een smeulbrand, gaan ook hierbij de brandende materialen en de andere materialen in de ruimte ontgassen, en is de temperatuur vlak onder het plafond hoger dan de temperatuur op de grond. De temperatuur van een vlammenbrand is hoger dan het vlampunt van de brandende stof.</p> |
| Vuurbelasting | <p>Dit is de energiewaarde van de opgeslagen stoffen per vierkante meter oppervlak, gemeten in kilogrammen vurenhout (kg V/m^2). 1 kg vurenhout staat gelijk aan 19 megajoule energiewaarde. De brandduur van 60 kg vurenhout/m^2 bedraagt ongeveer 1 uur.</p> |
| Vuurlast | <p>Dit is de energiewaarde van stoffen. De energiewaarde kan worden weergegeven in megajoules (MJ) of kilogram vurenhout (kg vurenhout). 1 kg vurenhout staat gelijk aan 19 MJ energiewaarde.</p> |
| WBDBO | <p>Weerstand tegen branddoorslag en -overslag.</p> |
| Zelfontbranding (stoffen) | <p>Dit zijn stoffen, met inbegrip van mengsels en oplossingen (vloeibaar of vast), die in contact met lucht, zelfs in kleine hoeveelheden binnen 5 minuten ontbranden.</p> |

LIJST MET AFKORTINGEN

| | |
|----------------|--|
| AFFF | aqueous film forming foam |
| BHV | bedrijfs hulpverlening |
| BZK | Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties |
| CBS | Centraal Bureau voor de Statistiek |
| CCRB | college commandanten regionale brandweer |
| CPR | commissie preventie van rampen |
| CTPV | <i>coal tar pitch value: hoeveelheid stofdeeltjes in rook, waaraan mogelijk carcinogene verbindingen zijn geadsorbeerd</i> |
| EFSR | early suppression fast response |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| GRIP | gecoördineerde regionale incidentenbestrijdings procedure |
| GS | Gedeputeerde Staten |
| kg | kilogram |
| kN | kilonewton |
| liter/min | liter per minuut |
| m ² | vierkante meter |
| MAC TGG-15 min | waarde, vastgesteld voor kortdurende overschrijding van de MAC-waarde (hier maximaal 15 minuten) |
| MAC-waarde | wettelijk vastgestelde, maximaal aanvaardbare concentratie van een gas, damp, nevel of stof in de lucht op de werkplek. De MAC-waarde is de bovengrens voor langdurige blootstelling, waarbij het gaat om tijdgewogen gemiddelde over 8 uur per dag (de TGG-8 uur per dag waarde). |
| MER | milieueffectrapport |
| MJ | megajoule |
| MUFC | Minnesota uniform fire code (VS) |
| NFPA | National Fire Protection Association (VS) |
| NIOSH | National Institute for Occupational Safety and Health |
| NIST | National Institute for Standardisation and Technology |
| OFC | Ontario fire code |
| OGS | ongeval gevaarlijke stoffen |
| OSHA | Occupational Safety and Health Association |
| OVD | Officier van dienst |
| PAC | particuliere alarmcentrale |
| PAK | polycyclische aromatische verbinding |
| PCDD | polygechloreerde dibenzo- <i>p</i> -dioxine |
| PCDF | polygechloreerde dibenzofuraan |
| ppm | parts per million |
| RAC | regionale alarmcentrale |
| TAS | tankautospuut |
| TLV | Threshold Limit Value: aanbevolen maximale hoeveelheid van een gas, damp of nevel, waaraan men op werkvloer gedurende 10 uur, 5 dagen per week, mag worden blootgesteld. USA-variant op MAC-waarde. |
| TNO | Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek |
| VAS | Voorschriften voor Automatische Sprinklerinstallaties |
| VNG | Vereniging van Nederlandse Gemeenten |
| VOC | vluchtige organische verbinding |



BIJLAGE 1

OVERZICHT KUNSTSTOFFEN

| THERMOPLASTEN (verweken bij een temp van 200 °C of lager) | GEVOLGEN VAN BRAND (voor zover gedocumenteerd ⁶¹) | | | |
|---|---|--------------------------------|--|---------------------|
| | door verwarming | bij onvolledige verbranding | verbrandingssnelheid | vrijkomende energie |
| ABS ⁶² acrylonitril- butadien-styreen | Verweekt vanaf 80 °C | Ontstekingstemperatuur 480 °C. | | 36 MJ/kg |
| CA cellulose-acetaat | | | | |
| CAB cellulose- acetobutyraat | | | | |
| CAP cellulose- acetopropionaat | | | | |
| CMC carboxy- methylcellulose | | | | |
| CF cresolformaldehyde | | | | |
| CN cellulosenitraat | | | | |
| CP cellulosepropionaat | | | | |
| EC ethylcelluse | | | | |
| E/P etheen/propeen- copolymeer | | | | |
| E/V A etheen/vinylacetaat- copolymeer | | | | |
| MF melamine- formaldehyde | | | | |
| PA polyamide | Verweekt vanaf circa 80 °C. | Ontstekingstemperatuur 450 °C. | Het smeltende materiaal schuimt op, loopt uit in verkolende draden en dooft zodra het buiten het bereik van vlammen is. | 32 MJ/kg |
| PAN polyacrylonitril | | | | |

⁶¹ [NFK 1992];

⁶² Internationaal aanvaarde afkortingen.

| THERMOPLASTEN (verweken bij een temp van 200 °C of lager) | | GEVOLGEN VAN BRAND (voor zover gedocumenteerd ⁶³) | | | |
|---|---------------------------------------|--|--|---|----------------------------|
| | | door verwarming | bij onvolledige verbranding | verbrandingssnelheid | vrijkomende energie |
| PC | polycarbonaat | Verweekt vanaf 100 °C. Smelt. | Zwarte rook; CO (zeer weinig HCL, HCN en NOx). Niet zelfontbrandend. | Heeft meer zuurstof nodig dan er bij brand aanwezig is. Smelt weg van de brand. Smelt en druïpt. Dooft buiten het bereik van vlammen. | 31 MJ/kg |
| PCTFE | polychlorotrifluoroethen | | | | |
| PE | polyethen | Verweekt vanaf 80 °C | Ontstekingstemperatuur 350 °C. Er komt behalve CO en water ook olifine, parafine en cyclische koolwaterstoffen vrij. | Vrij hoge verbrandingssnelheid. | 46 MJ/kg |
| PEC | gechloreerde PE | | | | |
| PEO | polyetheenoxide | | | | |
| PET | polyester (polyethen-tereftalaat) | | | Grote verbrandingssnelheid. | 30 MJ/kg |
| PETP | polyetheentereftalaat | Verweekt vanaf 130 °C. | Ontstekingstemperatuur 480 °C. | | 21,5 MJ/kg |
| PF | fenolformaldehyde | | | | |
| PIB | polyisobuteen | | | | |
| PMMA | polymethylmethacrylaat | Verweekt vanaf 70 °C. Smelt bij 230 °C, ver onder ontstekingstemperatuur. | Verbrandt rookarm en zonder verbrandingsresten. Rookgassen: CO en methylmethacrylaat. | Vrij hoge verbrandingssnelheid. | 26 MJ/kg |
| POM | polyoximethyleen | Verweekt vanaf circa 80 °C. | Ontstekingstemperatuur circa 400 °C. Verbrandt, wegens het zuurstofgehalte van meer dan 50%, met rookloze, hete vlam (vergelijk spiritus). | | 17 MJ/kg |
| PP | polypropeen | | | | 46 MJ/kg |
| (X)PS | polystyreen (geëxtrudeerd hardschuim) | Smelt bij direct contact met warmtebron (75 °C). Vorming van styreen monomeer. | Rook (CO, water, styreenmonomeer) en verkoolde reststoffen. | Vrij hoge verbrandingssnelheid. Schuimvormig PE schrompelt door de warmte in elkaar en onttrekt zich daardoor vaak aan de brand. | 40 MJ/kg |
| (E)PS | polystyreen (geëxpandeerd) | Krimt eerst, smelt dan en verbrand vervolgens bij oplopende temperatuur. | Witte rook (CO, water); roet. | | 40 MJ/kg |

⁶³ [NFK 1992];

| THERMOPLASTEN (verweken bij een temp van 200 °C of lager) | GEVOLGEN VAN BRAND (voor zover gedocumenteerd ⁶⁴) | | | |
|---|---|--|--|---------------------|
| | door verwarming | bij onvolledige verbranding | verbrandingssnelheid | vrijkomende energie |
| PTFE polytetrafluoro- etheen | Verweekt vanaf 260 °C. | Ontstekingstemperatuur 580 °C. | | 4,5 MJ/kg |
| PVAC polyvinylacetaat | | | | |
| PVAL polyvinylalcohol | | | | |
| PVB polyvinylbutyral | | | | |
| PVC polyvinylchloride | Verweekt vanaf 80 °C. Vanaf 180 °C komt veel zoutzuurgas vrij (260 l / kg hard PVC bij 400 °C ⁶⁵). Zelfontbranding bij 450 °C. | Dichte zwarte rook; bevat CO, HCL (omdat PVC niet van zichzelf brandt, maar met andere materialen 'mee brandt' is de hoeveelheid HCL << dan CO). | Langzame verbranding; afhankelijk van het gehalte aan weekmakers dooft PVC indien het uit de brand wordt gehaald. Geen brandende druppels, gloeit niet na; 'brandt mee'. | < 20 MJ/kg |
| PVCA polyvinylchloride- acetaat | | | | |
| PVCC gechloreerde PVC | | | | |
| PVDC polyvinylideen- chloride | | | | |
| PVDF polyvinylideen- fluoride | Ontbinding in agressief milieu of boven 385 °C. | Zelfdovend. Weinig rook. Bij (spontane > ca 400 °C) ontbinding komt HF (fluorwaterstof) vrij; zeer (huid)giftig. | | |
| PVF polyvinylfluoride | | | | |
| PVFM polyvinylformalde- hyde | | | | |
| SAN styreenacrylonitril | Verweekt vanaf 85 °C. | Ontstekingstemperatuur 455 °C. | | |
| SB styreenbutadien | | | | |

⁶⁴ [NFK 1992];

⁶⁵ [SR] [Troitzsch 1982]

| THERMOHARDER (verweken niet meer na uitharden) | | GEVOLGEN VAN BRAND (voor zover gedocumenteerd) | | | |
|--|---|--|--|---|----------------------------|
| | | door verwarming | bij onvolledige verbranding | verbrandingssnelheid | vrijkomende energie |
| | alkydharsen | | | | |
| EP | epoxy (harsen) | Verweekt vanaf circa 130 °C. | In de rook zit vooral CO, formaldehyde, phenol en water. | Brand na verwijdering van de ontstekingsbron verder. | |
| MF | melamineharsen | Verweekt vanaf circa 200 °C. | Verkoolt bijna zonder rookontwikkeling. Verbrandingsproducten zijn CO en ammoniak. | Door het grote gehalte aan stikstof brandt het materiaal slecht. | |
| PF | phenolformaldehyde (hars) | Verweekt vanaf 120 °C. | Vrij geringe rookontwikkeling. Verbrandingsproducten zijn CO en water. | Dooft zodra het buiten het bereik van vlammen komt. Het materiaal verkoolt. | |
| PUR | polyurethaan (isocyanaat en hydroxylhoudend polymeer) | Boven 320 °C komen ontvlambare gassen vrij. Zelfontbranding vanaf 450 °C. Smelt niet maar valt uit elkaar zodra de steunconstructie wegvalt. | CO, cyaanwaterstof (HCN) en NOx (stikstofoxide). | Grote verbrandingssnelheid. Verkolende laag (carbonisatie) vertraagt vlamuitbreiding naar binnen. Geen gevaar voor vorming van smeltende massa. | 27 MJ/kg |
| SI | siliconen | | | | |
| UF | ureumformaldehyde | Verweekt vanaf circa 120 °C. | Verkoolt bijna zonder rookontwikkeling. Verbrandingsproducten zijn CO en ammoniak. | Door het grote gehalte aan stikstof brandt het materiaal slecht. | |
| UP | onverzadigde polyester | Verweekt vanaf circa 120 °C. | Roet erg met zwevende roetvlokken. | | |

[NFK, 1992]; [SBR 88]

BIJLAGE 2

BIJ BRAND VRIJKOMENDE GEVAARLIJKE STOFFEN

| fire type | | CO | HCN | HCl | P ₂ O ₅ | isocyanate | irritants e.g. acrolein | HF and HBr | PAHs | NO _x | SO ₂ | NH ₃ | particles | dioxins | O ₃ |
|--|----------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------|-------------------------------|---------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|----------|----------------|
| rubber, tyres and belting | emissions | +++ | + | + | - | - | +++/** | - | ++ | + | +++ | - | +++ | ++ | + |
| | on-site | ± | ± | + | - | - | ++/+ | - | ± | ± | +++/** | - | ++ | | + |
| | off-site | - | - | - | - | - | + | - | - | - | ++ | - | + | | - |
| petrol storage (e.g. petrol station) | emissions | ++ | - | - | - | - | ++ | - | + | - | - | - | +++ | | + |
| | on-site | - | - | - | - | - | + | - | ± | - | - | - | ++ | | |
| | off-site | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | | |
| plastics (in factory or warehouse) | emissions | +++ | +++ | +++ | + | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | +++ | - to +++ | + |
| | on-site | ± | ± | ± | - | ++ | ++ | ± | ± | + | + | ± | ++ | | |
| | off-site | - | - | + | - | + | + | - | ± | - | - | - | + | | |
| resins and adhesives | emissions | +++ | ++ | + | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | - | + | +++ | +? | + |
| | on-site | ± | ± | + | - | ++ | ++ | ± | ± | + | - | ± | ++ | | |
| | off-site | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | + | | |
| paints and solvents | emissions | +++ | - | ++ | + | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ | - to +++ | + |
| | on-site | ± | - | + | - | ++ | ++ | - | ± | - | - | - | ++ | | |
| | off-site | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | | |
| upholstery – polyurethane | emissions | +++ | +++ | +++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | +++ | - | + |
| | on-site | ± | ± | ++ | - | ++ | ++ | ± | ± | + | + | ± | ++ | | |
| | off-site | - | - | + | - | + | + | - | - | - | - | - | + | | |
| vegetation – forests | emissions | + | - | - | - | - | + | - | + | + | - | - | +++ | + | ++ |
| | on-site | - | - | - | - | - | + | - | ± | ± | - | - | ± | | |
| | off-site | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| oil refineries storage tanks | emissions | + | - | - | - | - | ++ | - | +++ | - | + | - | +++ | - | ++ |
| | on-site | - | - | - | - | - | ++ | - | ± | - | + | - | ++ | | |
| | off-site | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | | |
| waste tips | emissions | - | + | + | - | + | ++ | + | + | + | + | + | ++ | ++ | + |
| | on-site | - | ± | + | - | + | + | ± | ± | ± | + | ± | + | | |
| | off-site | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| phosphorus fires | emissions | +++ | - | + | +++ | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ | - | + |
| | on-site | ± | - | + | ++ | ++ | + | - | ± | - | - | - | + | | |
| | off-site | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | | |
| chlorine | emissions on-site off-site | | | | | | | | | | | | | +++ | |

[UK, 2005]

Legenda:

emissions = total emissions during a fire; on-site = exposure of workers and emergency personnel; off-site = exposure of the general public and the wider environment; - = likely to be or very small emission or exposure; ± = likely to be some emission or exposure; + = likely to be small emission or exposure; +++ = likely to be greatest emission or exposure.

BIJLAGE 3

CASESBESCHRIJVINGEN

Son, woensdagmorgen 15 juni 2005; Recyclebedrijf [ANP, 2005]

Door (waarschijnlijk) broei is brand ontstaan in een recyclebedrijf voor grof bedrijfsafval, zoals hout, steen, kunststof en papier. Op het moment van het uitbreken van de brand was er alleen een bewaker op het terrein. Hij heeft meteen een sproei-installatie aangezet en de brandweer gewaarschuwd. De brand ging gepaard met een grote rookontwikkeling; de brandweer heeft geen gevaarlijke stoffen in de rook kunnen vaststellen. Het bedrijf is geheel afgebrand.



foto Omroep Brabant

Een jaar geleden stond dezelfde loods

ook al in brand. De burgemeester van de gemeente Son en Breugel heeft zich er over beklagd dat de gemeente geen invloed heeft op de vestiging van een dergelijk bedrijf in een stedelijke omgeving (industrieterrein Ekkersrijt tussen Son en Eindhoven); de provincie is in dit geval de vergunningverlener.

Deventer, zondagmorgen 07:00, 4 maart 2005; Kunststof bakken [Brw Lochem, 2005]

In een loods van de familie Schiphorst waren onder meer polyethyleen kratten voor de levensmiddelenindustrie opgeslagen. Ten gevolge van in brand gestoken pallets, die buiten tegen de loods waren opgeslagen, raakte de loods in brand. Tegen 09:00 uur stond alleen de voorgevel nog overeind met daarachter een smeulende massa. Er kwam veel zwarte rook vrij. Wegens andere opslagloodsen met daarin baden en douches, milieutechniek en chemische opslag was men een tijd lang bang voor explosies. Uit een onderzoek moet de officiële oorzaak van de brand nog blijken.

De andere loodsen werden door de brandweer nat gehouden. De betreffende loodsen waren niet begaanbaar door de enorme warmteontwikkeling. De politie had een aantal straten afgezet wegens de mogelijk gevaarlijke zwarte rook. Later draaide de wind waardoor nog meer straten moesten worden afgezet. Er zijn geen schadelijke stoffen gemeten.

Raamsdonkveer, dinsdag 1 maart 2005, 18:00 uur; Kunststofverwerkende fabriek [Omroep Brabant, 2005]

Mecari Plastics BV op het industrieterrein Dombosch is volledig door brand verwoest. Het bedrijf maakte polyethyleen zakken, hoezen en folies, zoals tijdschriftfolie en krimpfolie. Het was een volcontinubedrijf. Tien medewerkers konden zich bijtijds in veiligheid brengen. De sterke rookontwikkeling belemmerde het verkeer op de A27 die daarom 's avonds en 's nachts in beide richtingen werd afgesloten. Er zijn geen gevaarlijke stoffen gemeten. Bellers uit Hank en Sleeuwijk klaagden over stank.

Personeel heeft het begin van brand in het magazijn vergeefs geprobeerd te blussen. Totaal zijn 80 brandweermensen ingezet en heeft de brand 3 dagen aangehouden.

Putten, 2 mei 1998; opslagloods met kunststof waaronder PVC [Mennen, 2002]

RIVM-MOD heeft over meerdere jaren bij ongeveer twintig branden metingen verricht waaruit blijkt dat benedenwinds tot op honderden meters een verhoogde concentratie van stofdeeltjes van o.a. koolmonoxide gemeten kan worden. Naast CO is de concentratie van vluchtige organische componenten (VOC's) en polycyclische koolwaterstoffen (PAK's) verhoogd. De hoogste concentraties werden aangetroffen bij branden met grote hoeveelheden koolwaterstoffen (zoals kunststoffen). De concentratie stofdeeltjes, waaronder veel roet, is vaak tot op grote afstand verhoogd. Bij branden van PVC werden vaak zeer hoge concentraties dioxine gemeten; de condities van de brand blijkt een belangrijke rol te spelen.

Richmond, Californië, 26 oktober 2000; Recyclebedrijf van computers en printers [Standfort Business, 2005]

Explosie van tonerstof, waarschijnlijk t.g.v. statische elektriciteit in een maalmachine van cartridges. Door de explosie werd de hele opslagplaats en gebouwen in de omgeving verwoest. Een vorkheftruckchauffeur werd gedood. De zwarte, bijtende rook noodzaakte de sluiting van 12 scholen, honderden medewerkers van een raffinaderij om te schuilen en het sluiten van een snelweg omdat het tolpersoneel naar huis gestuurd werd. De gemeten giftige bestanddelen van de rook vielen binnen de milieunormen. De schade van de brand bedroeg USD 5 mln. Er zijn 50 brandweermensen ingezet.

Uithoorn, 8 juli 1992; Polymeerfabriek [RIVM, 2005]

Na een explosie in een productievat vond een conflagration plaats waardoor een enorme ravage werd veroorzaakt en brandbaar product half brandend werd rondgeslingerd. De brand was erg heet waardoor veel verbrandingsgassen in de thermiek werden weggevoerd. RIVM stelde bij aankomst (2 uur na aanvang) vast dat tijdens de eerste fase van de brand de omgeving niet werd blootgesteld aan giftige stoffen. Toen de brand afnam raakte de rookpluim de grond en werden allerlei giftige stoffen gemeten.

Buxton, Health & Safety Laboratory [HSL, 2004]

De foto's tonen de brandoverslag van de kunststofpallets, in dit geval ondanks de tussenlaag van de onbrandbare drums.

Tevens laat deze proef zien dat het verweken en smelten van plastic een desintegratie van een stapeling tot gevolg heeft. Elke stapel van kunststof of het materiaal los gestort is of in big bags zit zal uiteindelijk 'languit op de vloer komen te liggen'.

De onderste pallet is aan de achterzijde aangestoken. De beelden zijn gemaakt in de periode van 25 tot 50 minuten na ontsteking.

Opstelling:

48 drums en 12 pallets

Materiaal pallets:

336 kg HDPE (high density polyetheen)



De foto's tonen een proef met 8 op elkaar gestapelde pallets van HDPE (224 kg). 25 minuten na onsteken zijn alle pallets gedesintegreerd en is het plastic als een 'plas' met een diameter van ca 6,5 m verspreid. Door de enorme warmte die is vrijgekomen 'spat het beton' waardoor brandend plastic als 'vuurballen' 3 tot 5 m hoog opspatten.

