



Gebr. Wrightlaan 2a
9615 TN Kolham
+31 598 39 59 79
www.munnikbrandadvies.nl

Bouwen met brandstof

Uitdagingen met nieuwe
bouwmethoden en materialen

Munnik brandadvies BV

1

Munnik Brandadvies bv

Harrie Munnik

Gebr. Wrightlaan 2a

9615 TN Kolham

T: 0598 395979

E: h.munnik@munnikbrandadvies.nl

W: www.munnikbrandadvies.nl

L: <http://www.linkedin.com/in/harriemunnik/>

F: <https://www.facebook.com/munnikbrandadvies>

T: <https://twitter.com/HarrieMunnik>

Munnik brandadvies BV

2

Inhoud

1. Bijzondere nieuwe branden
2. Brandfysica
3. Nieuwe bouwsystemen en producten
4. Isolatie
5. Brandtechnische ervaring
6. Toekomst
7. Slot

1 Bijzondere nieuwe branden

- Brand Hotel Beijing 2009
- Nederlands ontwerp (Koolhaas)
- 42 Bouwlaag hoog hotel
- Maand voor oplevering (weinig slachtoffers)
- Sprinklerinstallatie niet functioneel
- Chinees nieuwjaar met vuurwerk
- Weinig meer van bekend

1 Bijzondere nieuwe branden



CCTV Fire

Munnik brandadvies BV

5

1. Bijzondere nieuwe branden

- Torch Dubai 2011
- Brand in de gevel 2x
- 20-2-2015 en 4-8-2017
- Hoog woongebouw 80 bouwlagen
- Weinig slachtoffers
- Forse verzekeringschade



Munnik brandadvies BV

6

1. Bijzondere nieuwe branden

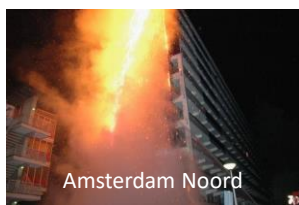


Baku 15 doden

Munnik brandadvies BV

7

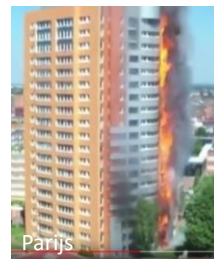
Maar ook:



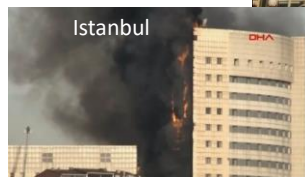
Amsterdam Noord



Grozny



Parijs



Istanbul



The Address Downtown Dubai hotel

Munnik brandadvies BV

8

2. Brandfysica



Nodig voor brand: zuurstof, brandstof en ontstekingsbron
Blussen: weghalen van een van de drie

Munnik brandadvies BV

9

2. Brandfysica

Energie inhoud

Beton, staal, glas: 0 MJ/kg

Vurenhout: 19 MJ/kg

EPS: 42 MJ/kg

Polyethyleen: 46 MJ/kg

Polyester: 25 MJ/kg

PVC: 18 MJ/kg

PUR: 24 MJ/kg

PET: 22 MJ/kg

Polypropyleen: 46 MJ/kg

PUR: 24 MJ/kg

Munnik brandadvies BV

10

2. Brandfysica

Branden kunststoffen veel sneller en intensiever?

Ja, maar:

- Werking vlamvertragers
- Afschermende werking rook
- In hoeverre kan de kunststof worden bereikt door lucht
- Mengverhouding
- Katalytische werking

2. Vlamvertragers

We kennen:

- Halogenen (bindt vrije radicalen), veelal broom
- Antimoonoxide verbindingen (voorkomt zuurstof beschikbaarheid)
- Fosforverbindingen (schermt zuurstof af)
- Intumescerende middelen (melamine) (schermt zuurstof af)
- Metal hydroxiden (warmteonttrekking / zuurstofonttrekking en zuurstof afscherming)

2. Vlamvertragers

De volgende processen worden met vlamvertragers bewerkt:

1. Verwijderen van H- en OH-[radicalen](#)
2. Voorkomen van [pyrolyse](#)
3. Produceren van een beschermende laag op het materiaal
4. Produceren van stikstof of andere niet-brandbare gassen, die het zuurstof verdrijven
5. Productie van water, waardoor het brandende of brandbare object wordt gekoeld en warmte (energie) wordt verwijderd. (Warmte = energie en kan in principe niet verwijderd worden. de warmte wordt verspreid als het ware, waardoor de gemiddelde temperatuur daalt.)

2. Vlamvertragers

Milieugevaarlijke stoffen

(Mogelijk) Verbod op broomhoudende vlamvertragers

Studie PBDE in moedermelk

Fosforhoudende vlamvertragers in lucht

TCPD kan in de lucht bij hoge temperaturen

diffunderen

EU: penta-, octa en decabroombifenylether verboden

2. Quiz

Hoelang duurde flash-over in de jaren 60?



Munnik brandadvies BV

15

2. Productie gassen

Brandstof beheerste brand

Well ventilated flaming: phi 0.4-0.8															
Polymer	phi	Ht	Eff KJ/g	CO ₂ g/g	CO g/g	HC g/g	O ₂ g/g	Soot g/g	SEA m ² /kg	HCN g/g	NO g/g	NO ₂ g/g	HCl g/g	HBr g/g	SO ₂ g/g
LDPE	0.49	41.5	2836	15	85	3166	45	268							
Polystyrene	0.49	31.6	2644	61	82	2416	110	621							
Wood	0.51	16.9	1696	6	13	1293	5	12							
Plywood	0.52	17.3	1774	6	11	1324	3	1	0	2	1				
MDF	0.49	16.8	1680	7	24	1283	3	7	0	3	1				
PAN	0.88	30.4	2339	39	54	2320	25	104	8	2	1				
Polyamide 6	0.51	28.4	2216	3	34	2166	19	147	0	11	1				
PIR	0.52	24.6	2340	48	13	1874	33	75	3	2	1		69		
CMHR PU	0.59	25.3	2156	41	48	1928	28	154	4	3	1		9		
Boucle non-FR Acrylic, wool, PE 34/38/24	0.50	24.4	2128	60	19	1861	26	103	1	7	1				12
Boucle FR	0.44	19.3	1486	130	81	1474	90	456	19	8	0		10	30	11
Velour acrylic, cotton, PE 52/31/17	0.52	26.3	2240	41	51	2005	19	84	2	4	0				
PVC	0.40	10.7	667	177	70	815	32	163					447		

Munnik brandadvies BV

16

2. Productie gassen

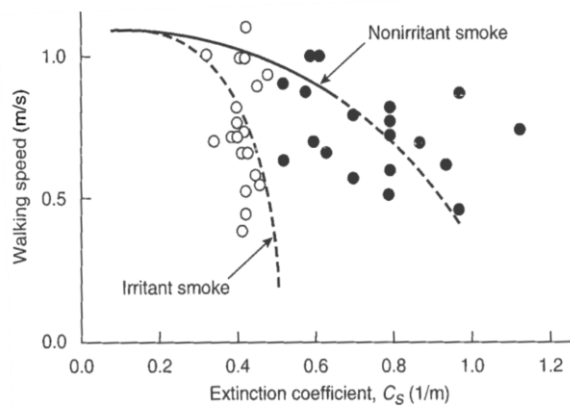
Zuurstof beheerste brand

Polymer	phi	Eff Ht	CO ₂ KJ/g	CO g/g	HC g/g	O ₂ g/g	Soot g/g	SEA m ² /kg	HCN g/g	NO g/g	NO ₂ g/g	HCl g/g	HBr g/g	SO ₂ g/g
Fuel rich (ventilation controlled) flaming phi 1.5-2.0														
LDPE	1.71	29.4	1696	196	334	2242	85	668						
Polystyrene	1.99	21.8	1662	86	299	1664	179	820						
Wood	1.71	9.8	967	134	80	752	19	155						
Plywood	1.54	9.4	986	96	55	714	14	120	0	1	0			
MDF	1.66	8.9	870	113	62	681	19	150	3	1	1			
PAN	1.69	19.1	1271	130	235	1460	60	489	72	2	3			
Polyamide 6	2.03	16.3	1135	130	248	1246	51	413	41	3	3			
PIR	2.08	14.0	937	333	136	1068	72	495	20	1	2	57		
CMHR PU	2.07	14.9	1041	246	197	1134	59	403	14	1	2	5		
Boucle non-FR	2.12	14.2	1138	119	228	1080	104	594	35	1	2			4
Boucle FR	2.03	13.3	920	146	184	1016	100	611	25	2	1	3	28	8
Velour	2.06	14.0	1211	126	239	1071	84	526	34	2	1			
PVC	1.82	7.5	389	137	98	573	70	473				585		

Munnik brandadvies BV

17

2. Gevolgen voor personen



Munnik brandadvies BV

18

2. Lethaliteit gassen

Individual products in effluent		Materials	
Ethanol	765		
Styrene	-194		
Acetaldehyde	-140	Wood (WVF)	-104
		Flex. polyurethane (WVF)	-46
		Polyethylene (WVF)	-40
		ETFE (WVF)	-30
Benzene	-15	Wood (VF)	-25
		Polyethylene (VF)	-18
		PVC (WVF)	-10
Acrylonitrile	9.50	PTFE (WVF)	8.6*
Hydrogen chloride	5.77	PVC (VF)	7.0
Carbon monoxide	3.79	ETFE (NF)	3.3
Phenol	2.15	PTFE (NF)	2.9*
Carbonyl fluoride	1.96	Flex. polyurethane (VF)	-7
		Woolnylon (VF)	-2
Sulphur dioxide	1.07	Rigid polyurethane (VF)	-2
		Polyacrylonitrile (VF)	-1.5
Formaldehyde	0.92		
Toluene diisocyanate	0.73		
Acrolein	0.32		
Carbonyl chloride	0.31		
Nitrogen dioxide	0.30		
Hydrogen cyanide	0.23		
Perfluoroisobutylene	0.047		
Fresh particulate from			

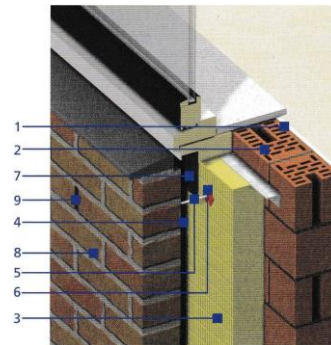
Munnik brandadvies BV

19

3. Bouwen

Klassieke bouwmethodes:

- Steen
- Beton, staal
- Glas
- Hout
- Isolatie:
 - Natuurlijke materialen
 - Synthetische materialen, EPS



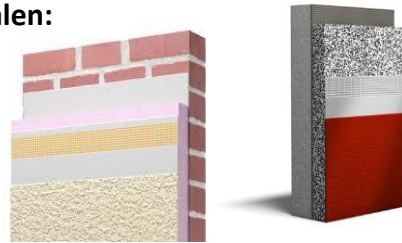
Munnik brandadvies BV

20

3. Bouwen

Nieuwere bouwmethodes/ materialen:

- Aluminium
- Titanium
- Dunne materialen
- Steenstrips
- Hout
- Isolatie:
 - Natuurlijke materialen
 - Synthetische materialen:
 - PUR
 - PIR
 - EPS
 - Etc.



Munnik brandadvies BV

21

4. Isolatie

Natuurlijke materialen

- kurk
- cellulosevlokken of papiervezels (cellulose)
- houtwol
- strobalen
- schapenwol
- vlasvezel
- hennepvezel
- houtvezelplaat
- schelpen
- houtwocementplaat (heraklith)
- katoenvezel
- gerecycled katoen (Metisse)

Munnik brandadvies BV

22

4. Isolatie

Synthetische materialen

- Aerogel
- Schuimbeton
- Glasgranulaat (eventueel verdicht onder funderingen)
- Glaswol
- Steenwol cellulair glas (foamglas)
- Perliet
- XPS, (geëxtrudeerd polystyreen)
- EPS, (geëxpandeerd polystyreen)
- PUR (polyurethaan)
- PIR (polyisocyanuraat)
- Resolhardschuim (PF)
- Folie meerlagig en met luchtspouw
- UF-schuim (ureum formaldehyde schuim)

Munnik brandadvies BV

23

4. Isolatie

Labda waarden

glas	0,8 - 0,9
beton	0,2 - 20
schuimbeton	0,09
hout	0,1 - 0,5
polyetheen (PE)	0,23 - 0,29
kwarts	0,22
papier	0,18
asbest	0,09
keukenzout	0,045 - 0,06
polystyreen (PS)	0,04
minerale wol	0,04
polyisocyanuraat (PIR)	0,019 – 0,026
resolhardschuim	ca 0,021
aerogel	ca 0,017

Munnik brandadvies BV

24

4. Isolatie

Hogere isolatiewaarden:

- Gasloos bouwen (aardbevingen)
- CO₂ reductie (opwarming aarde)
- Onafhankelijkheid van olie, gas en kolen

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

R de warmteweerstand in m².K/W

d de dikte van de laag in m

λ de thermische geleidbaarheid in W/(m.K) van het materiaal van de laag.

Gevolg:

Dikkere isolatie pakketten

Hogere labdawaardes

Munnik Brandadvies bv

25

4. Isolatie

Verbeterde luchtdichtheid:

Strengere Qv10

Oplossen:

- Beter afwerking folies
- Beter kierdichting (PUR-schuim)
- Beter kierdichting (deuren en ramen)

Gevolg voor brand:

Minder zuurstof toetreding

Snellere temperatuursopbouw

Munnik brandadvies BV

26

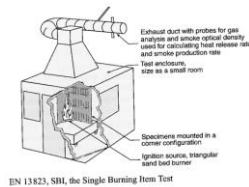
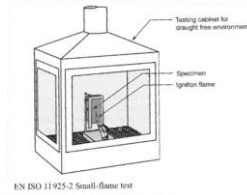
5. Brandtechnische ervaring

Huidige normering brandvoortplantingsklasse:
NEN 6065/6066 -> NEN-EN 13501-2

Brandklasse B ->
30 seconden

&

SBI



Munnik brandadvies BV

27

5. Brandtechnische ervaring

Huidige normering brandwerendheid
NEN 6069:2016

Munnik brandadvies BV

28

5. Brandtechnische ervaring

NEN 6069 vereisen proeven

-> veel situaties niet getest (kostbaar)

-> expert opinion

-> non-expert opinion

-> veel vragen blijven overeind.

Schaalgrootte is belangrijk

Munnik brandadvies BV

29

5. Gevelbranden

In Nederland (Europa) zijn er geen specifieke testen.

En wereldwijd dan?

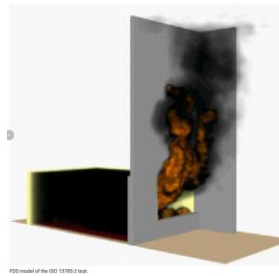
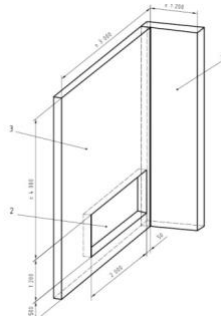
Munnik brandadvies BV

30

5. Geveltesten

Specifieke geveltesten (2002):

ISO 13785-2 5,5 MW test



Munnik brandadvies BV

31

5. Geveltesten

Specifieke geveltesten (UK, 2002):

Nieuwe versie 2015+A1:2017

BS 8414 5,5 MW test



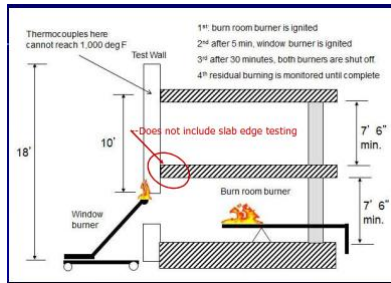
Munnik brandadvies BV

32

5. Geveltesten

Specifieke geveltesten:

NFPA 285 (1998)



Munnik brandadvies BV

33

5. Geveltesten

Specifieke geveltesten:

FM 4880



Munnik brandadvies BV

34

6. Toekomst

- Meer brandstoffen in gebouwen
- Eerst daardoor meer schade / slachtoffers
- Bij een grote calamiteit een overreactie
- Meer en andere testen in brandveiligheid
- Ontwikkeling betere producten en wellicht zonder brandstoffen

7. Slot

Wij adviseren nu anders over
bouwen met brandstof.

Vragen?