



## Beoordeling van Passieve Brandbeveiliging bij Brzo-bedrijven

Gemaakt voor

LEC BrandweerBRZO

door

High14 Technologies Ltd

Project details	
H14T Project Number:	H14T-2018-006
H14T Document Number:	H14T-2018-006-R-01
Auteur:	Simon Thurlbeck, High14 Technologies
Klant:	Landelijk Expertisecentrum (LEC) BrandweerBRZO
Klant contactpersoon:	Jan Meinster, LEC BrandweerBRZO
Vertaling:	David Brown
Klankbordgroep:	Michael de Gunst, Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond
	Hubert Klerkx, Veiligheidsregio Limburg Noord
	Lieuwe Rollingswier, Brandweer Brabant Noord
	Marieke van Staaveren, Brandweer Amsterdam-Amstelland
Datum:	15 november 2018
Informatie:	<a href="http://www.brandweerbrzo.nl">www.brandweerbrzo.nl</a>

Versiebeheer		
Revisie nr.	Datum:	Opmerkingen:
0	25-08-2018	Eerste concept
1	11-10-2018	Oplevering document in het Engels
1.0	03-11-2018	Oplevering vertaald document in het Nederlands
1.1	15-11-2018	Redactionele correcties en aanvullingen

## Contents

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	6
1.1	Doel	6
1.2	De definitie van PBB	6
1.3	Uitsluitingen	7
1.4	De inhoud van dit document	7
<b>2</b>	<b>Brandrisico's in Brzo-bedrijven beperken met PBB</b>	7
2.1	Grote risicogevoeren bij industriële bedrijven	7
2.2	De Rol van PBB	7
2.3	Kernactiviteiten die het gebruik van PBB in Brzo-bedrijven bepalen	8
<b>3</b>	<b>Brandgevaren in Brzo-bedrijven</b>	9
3.1	Introductie	9
3.2	Kenmerken van brandgevaar	9
3.2.1	CELLULOSE BRANDEN	9
3.2.2	PLASBRANDEN	10
3.2.3	JET FIRES / FAKKELBRANDEN	10
3.2.4	ANDERE BRANDGEVAREN EN PBB	11
3.2.5	EEN COMBINATIE VAN BRANDSCENARIO'S	11
<b>4</b>	<b>Het beperken van Brandrisico's in een Brzo-bedrijf met behulp van PBB</b>	12
4.1	Een PBB-schema definiëren – codes, normen en methodes	12
4.2	Wisselwerking tussen PBB en andere brandbestrijdingsmaatregelen	13
4.3	Items in Brzo-bedrijven die doorgaans met PBB worden beveiligd	14
4.3.1	CONSTRUCTIESTAAL	14
4.3.2	BARRIÈRES	15
4.3.3	HOGEDRUK VATEN (BIJV. PROCESVATEN, REACTOREN, ONDER DRUK STAANDE GASOPSLAG)	16
4.3.4	LAGEDRUK VATEN (TANKS, SILOS, TRECHTERS, ETC)	16
4.3.5	LEIDINGWERK (PROCES, DRUKONTLASTING EN AANVOER)	16
4.3.6	ONDERSTEUNING VAN VATEN EN LEIDINGEN	17
4.3.7	FLENZEN	17
4.3.8	KLEPPEN AND ACTUATORS	18
4.3.9	KRITIEKE BEKABELING EN AANSTURINGSLIJNEN	18
4.3.10	COMMENTAAR MET BETREKKING TOT GEBOUWEN	19
4.4	Checklist voor gebieden die PPP nodig KUNNEN hebben	20
<b>5</b>	<b>PBB-systemen in gebruik bij Brzo-bedrijven</b>	22
5.1	PBB coatings	22
5.2	Dry-Fit Ssystems	23
5.3	Nat-Aangebrachte systemen	24
5.4	Barrière systemen	25
5.5	Doorvoeringen in barrière systemen	26
5.6	Dagelijks gebruik van PBB	28

<b>6</b>	<b>PBB prestaties definiëren</b>	29
6.1	Het belang van een geschiktheidsanalyse	29
6.2	Factoren die bepalen hoe PBB tijdens een brand moet presteren	29
6.3	Prestaties beschrijven en communiceren	29
6.3.1	BRANDKLASSERING VOOR BARRIÈRES, BRANDAFSCHERMING EN SCHEIDINGSWANDEN	30
6.3.2	BRANDKLASSERING VAN DOORVOERINGEN	31
6.3.3	BRANDKLASSERING VAN STRUCTUREN, APPARATUUR EN INSTALLATIES	31
6.4	Andere factoren die PBB prestaties beïnvloeden	31
6.5	Prestaties aantonen	33
6.5.1	DE BELANGRIJKSTE ORGANISATIES BIJ HET AANTONEN VAN PBB PRESTATIES	33
6.5.2	PROCESSEN BETREFFENDE HET DEMONSTREREN VAN PRESTATIES	34
6.5.3	TESTSTANDAARDEN	35
6.6	Evalueren of een PBB-systeem correct is geïmplementeerd	37
<b>7</b>	<b>Schade aan PBB-systemen</b>	38
7.1.1	OORZAKEN VAN SCHADE	38
7.2	Dicht beton	38
7.3	Lightweight cementitious (LWC) PBB	39
7.4	Epoxy (opschuimend & sublimerend) PBB	41
7.5	Prestaties van isolatiemateriaal	44
7.6	Dry-Fit systemen	46
7.6.1	SCHADE AAN DE BESCHERMENDE OMMANTELING	46
7.6.2	SCHADE AAN INTERNE ISOLATIEMATERIAAL	47
7.6.3	SCHADE AAN BEVESTIGING- OF RETENTIESYSTEEM	47
7.6.4	SCHADE AAN SCHARNIER OF AFDICHTING	49
7.6.5	SCHADE AAN HET GRENSVLAK TUSSEN EEN DRY-FIT SYSTEMEN EN ANDER SYSTEMEN	50
7.6.6	HET NIET TERUGZETTEN VAN COMPONENTEN NA VERWIJDERING	50
7.6.7	SAMENVATTING VAN GEBRUIKELIJKE SCHADE BIJ DRY-FIT SYSTEMEN	51
7.7	Schade aan Nat-Aangebrachte systemen	51
7.8	Schade aan barrière mechanismen	52
7.9	Schade aan doorvoeringen	53
7.9.1	GECERTIFICEERDE AFDICHTINGEN VOOR LEIDINGDOORVOERINGEN	54
7.9.2	NIET-GECERTIFICEERDE DOORVOER-ONTWERPEN	54
7.9.3	SCHADE AAN KABELDOORVOERINGEN	55
7.9.4	SCHADE AAN DEUREN EN RAMEN	56
7.9.5	SCHADE AAN KANALEN (DUCTS)	56
<b>8</b>	<b>Detailering van PBB-coatingsystemen</b>	58
8.1	Het belang van juiste detailering	58
8.2	Hol-gevulde ingekapselde sectionele detailering	58
8.3	Terminatie detailering	59
8.4	Koppelvlakken tussen coatings	60
8.5	Gebrekkige bescherming van een constructieve draagsterkte	61
8.6	Driezijdige bescherming	62

8.7	Coatbacks.....	62
8.8	Staad water.....	64
8.9	Uitsparingen.....	65
<b>9</b>	<b>Integriteitsbeheer – Inspectie and Beoordeling.....</b>	<b>66</b>
9.1	Het proces van integriteitsbeheer .....	66
9.2	Rollen and verantwoordelijkheden .....	66
9.3	Processen and Procedures.....	66
9.4	Documentatie en databeheer.....	67
9.5	Opmerkingen inzake inspecties van PBB-systemen .....	67
9.6	Opmerkingen over de beoordeling van PBB-systemen na inspecties .....	68
<b>10</b>	<b>Integriteitsbeheer– reparaties aan PBB-systemen .....</b>	<b>69</b>
10.1	Algemene vereisten inzake PBB systeemreparaties.....	69
10.2	Reparatietypes.....	69
10.3	Tijdelijke reparaties.....	70
10.4	Toezicht op reparaties .....	70
10.5	Opmerkingen over reparaties aan coatings.....	71
10.6	Opmerkingen over reparaties aan Dry-fit systemen .....	71
10.7	Opmerkingen over reparaties aan Nat-Aangebrachte systemen.....	72
10.8	Opmerkingen over reparaties aan Barrière systemen.....	72
10.9	Opmerkingen over reparaties aan barrière-doorvoeringen.....	73
<b>11</b>	<b>De Beoordeling van verouderende PBB bij Brzo-bedrijven .....</b>	<b>74</b>
11.1	Het beoordelingsproces.....	74
11.2	Checklist 1 – Documentenonderzoek .....	74
11.3	Checklist 2 – Ontwerp- en specificatieonderzoek .....	74
11.4	Checklist 3 – Een beoordeling of the integriteit van de PBB correct wordt beheerd.....	75
BIJLAGE A:	PBB en de Seveso III Richtlijn .....	1
	De Seveso Richtlijn.....	2
	Article 8: PBZO .....	2
	Article 10: Veiligheidsrapport .....	3
	Article 11: Wijzigingen .....	3
	Article 20: Inspecties.....	4
BIJLAGE B:	Beoordeling checklists .....	5
	Checklist 1 – Documentenonderzoek .....	6
	Checklist 2 – Is het te beoordelen PBB-systeem correct ontworpen en gespecificeerd? .....	8
	Checklist 3 – Wordt de integriteit van het PBB-systeem op de juiste wijze beheerd?.....	9
BIJLAGE C:	PBB Schade-beoordelingstabellen .....	10

Bijlage Tabel-C1: Coatingsysteem Schadeniveaus .....	11
Bijlage Table-C2: Dry-Fit Systeem Schadeniveaus .....	15
Bijlage Table-C3: Nat-Aangebracht Systeem Schadeniveaus .....	17
Bijlage Table-C4: Nat-Aangebracht Systeem Schadeniveaus .....	18
Bijlage Table-C5: Doorvoering Systeem Schadeniveaus .....	19

## Afkortingen

Afkorting	Beschrijving
A (or CF)	Aanduiding voor een Cellulose Brand
ABS	American Bureau of Shipping
AES	Alkali Earth Silicate
ABB	Actieve Brandbescherming
API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society of Testing and Materials
BAM	German Federal Institute for Materials Research and Testing
BS	British Standard
CCPS	Center for Chemical Process Safety
CCT	Critical Core Temperature
CUF	Corrosion Under Fireproofing
CUI	Corrosion Under Insulation
DNV	Det Norske Veritas
E	Integrity (Requirement of a Fire Division or Partition)
EDP	Emergency Depressurisation
EER	Escape, Evacuation and Rescue
ER	Emergency Response
ESD	Emergency Shutdown
ESDV	Emergency Shutdown Valve
FABIG	Fire and Blast Information Group
F&G	Fire and Gas
FRP	Fibre Reinforced Plastic
GRP	Glass Reinforced Plastic
H (or HF)	Aanduiding voor een koolwaterstof plasbrand
HVAC	Heating Ventilation and Air Conditioning
I	Isolatie (vereiste voor een brandafschot of partitie)
ISO	International Standards Organisation
J (or JF)	Aanduiding voor een Jet-Fire
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
LTB	Lateral Torsional Buckling
LWC	Lightweight Cementitious
PBZO	Preventiebeleid voor Zware Ongevallen
MCA	Maritime and Coastguard Agency
MCC	Motor Control Centres
MMMF	Man Made Mineral Fibre
NFPA	National Fire Protection Association
PBB	Passieve Brandbeveiliging
PSV	Pressure Safety Valve
R	Stabiliteit (vereiste voor een brandafschot of partitie)
UL	Underwriters Laboratories
UPS	Uninterruptible Power Supplies
UV	Ultraviolet
VBS	Veiligheidsbeheerssysteem

## 1 Introductie

### 1.1 Doel

Dit document is opgesteld door LEC BrandweerBRZO ter ondersteuning van het inspectie regiem inzake verouderende Passieve Brandbeveiliging (PBB) bij Brzo-bedrijven.

De Seveso III richtlijn bevat artikelen met betrekking tot het beheersen van zware ongevallen zoals brand. Met name over het gebruik van risico-beperkende maatregelen zoals Passieve Brandbeveiliging (PBB) om risico's voor mens en milieu te beperken. Het doel van dit document is om de relevante informatie over PBB - inclusief checklists – te verschaffen aan de Industriële Veiligheidsinspecteur. Dit stelt hem/haar in staat om een Brzo-bedrijf van de categorie hogedrempel-inrichting of lagedrempelinrichting te controleren of de geïnstalleerde PBB op die inrichting geschikt is voor het beperken van aanwezige brandgevaarlijke scenario's. Tevens kan hij/zij bevestigen of de PBB aan de vereisten van de relevante artikelen voldoet. PBB en de Seveso-artikelen worden besproken in Bijlage A.

Het inspectieproces is periodiek. In dat verband zijn twee vraagstukken voor inspecteurs zeer belangrijk: hoe kunnen PBB-systemen in de loop van tijd degraderen en is het zo dat de gedocumenteerd PBB-systemen nog steeds presteren zoals verwacht?

Het is ook belangrijk om te begrijpen welke rollen PBB speelt ter beperking van de kans op zware ongevallen en, gedurende noodhulp situaties bij een bepaald inrichting, hoe de behoefte is vastgesteld. Men moet weten of de geïnstalleerde systemen geschikt zijn voor de omgeving en de gevaren waaraan zij worden blootgesteld, en of er systemen en processen aanwezig zijn om de aanhoudende integriteit van de PBB te waarborgen.

Uiteindelijk zal dit document de inspecteur helpen om te beoordelen of de exploitant van een inrichting aan zijn verplichtingen onder de artikelen van de Seveso III-richtlijn voldoet met betrekking tot PBB.

### 1.2 De definitie van PBB

In deze handleiding wordt uitgegaan van de volgende definitie voor Passieve Brandbeveiliging:

“Passieve Brandbeveiliging (of PBB) is een coating-, bekleding-, ommanteling- of vrijstaand systeem dat thermische bescherming biedt aan een substraat, of beschermd gebied, in geval van brand. De isolatiebescherming die wordt geboden door een PBB-systeem vermindert de snelheid waarmee hitte wordt overgedragen naar een onderliggende substraat en biedt mechanische integriteit tegen drukbelasting als gevolg van brand. Hetzij directe bescherming vanwege het vuur, zoals door erosie, hetzij als gevolg van een verhoogde belasting vanwege thermische uitzetting.”

Omdat het passief is, heeft PBB geen handmatig, mechanisch of andere externe actie nodig om de werking ervan te initiëren. Eenmaal in werking getreden, heeft het geen voorziening nodig om te blijven werken.



### 1.3 Uitsluitingen

Dit document behandelt alleen het gebruik van PBB op structuren, installaties en apparatuur die zich bevinden in Brzo-bedrijven. Uitgezonderd zijn situaties waarin PBB wordt gebruikt voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, zoals Liquefied Petroleum Gas (LPG), Liquefied Natural Gas (LNG), bulkchemicaliën, enz.

### 1.4 De inhoud van dit document

Dit document biedt richtlijnen aan veiligheidsinspecteurs ten tijde van inspecties en evaluaties van verouderende PBB-systemen bij risicovolle bedrijven. Gebaseerd op de Seveso III Richtlijn, het helpt bij de vaststelling of een geïnstalleerde PBB het risico op brandgevaar zal beperken, zoals gedefinieerd in het Preventiebeleid voor Zware Ongevallen (PBZO), Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) en ondersteunende documentatie zoals veiligheidsrapporten. Het biedt inspecteurs een checklist van relevante vragen plus ondersteunende informatie ten behoeve van hun beoordelingsproces en legt uit hoe de vragen in verband staan met de Seveso III-Richtlijn.

## 2 Brandrisico's in Brzo-bedrijven beperken met PBB

### 2.1 Grote risicogevoeren bij industriële bedrijven

Het produceren, verwerken en opslaan van brandbare goederen bij industriële bedrijven kan leiden tot brandgevaarlijke risico's met grote gevolgen voor gezondheid, milieu en lokale economieën. De exploitant van zulke inrichtingen kan een reeks maatregelen aanwenden om het risico op dergelijke gebeurtenissen te minimaliseren. Relevante ontwerpcodes en industriële normen kunnen, en zouden moeten worden toegepast als het gaat om zowel nieuwe ontwerpen als aanpassingen aan bestaande installaties. Bovendien kan de toepassing van intrinsiek veilige ontwerpprincipes, brand en explosies helpen beperken of voorkomen door factoren als:

- Lekbronminimalisatie;
- Brandbare opslag minimalisatie;
- Vereenvoudiging van de procesontwerpen;
- Vervanging van brandbare materialen;
- Maatregelen gericht op het voorkomen van ontstekingen.

Echter, er blijft altijd een gevaar voor het uitbreken van een brand. Daarom is relevante brandbeveiliging noodzakelijk ter bescherming van structuren, installaties en apparatuur om restrisico's te beheersen. PBB is een dergelijke mitigerende maatregel die bij industriële bedrijven wordt toegepast.

Bij het beschouwen van intrinsiek veilige ontwerpprincipes, heeft het voorkomen van brand de voorkeur boven bescherming tegen brand. Desalniettemin als er nog steeds een onacceptabel overgebleven risico bestaat waartegen een beperkende maatregel is vereist, heeft een passief systeem de voorkeur boven een actief systeem.

### 2.2 De Rol van PBB

PBB-maatregelen kunnen het ontstaan van brand niet voorkomen en zij beletten niet de onmiddellijke gevolgen voor personeel, apparatuur of structuren die direct aan brand worden blootgesteld (tenzij de PBB een fysieke barrière vormt en daardoor afscherming biedt). PBB-maatregelen bieden vooral voordeel bij het verminderen van het risico dat een gebeurtenis

escaleert waardoor verdere schade anders zou worden aangericht, of dat personeel meer risico loopt op letsel. PBB wordt doorgaans geïnstalleerd met het oog op levensbehoud, het beschermen van het milieu of om commerciële / zakelijke redenen.

PBB is een beperkende maatregel die bedoeld is om de thermische effecten van de brand te voorkomen, of minimaliseren, door de snelheid waarmee thermische energie wordt overgedragen naar de beschermde structuur of apparatuur te reguleren. Hierdoor wordt het risico op opschaling - als gevolg van thermisch falen - beperkt.

Over het algemeen biedt PBB-materiaal geen bescherming tegen explosies. Echter, als brandbeveiligingsmaatregel zou het een bij een brand behorende explosie moeten kunnen overleven.

De primaire voordelen van PBB worden gerealiseerd in de allereerste stadia van een brand, wanneer de inspanning voornamelijk gericht is op het stilleggen van bedrijfsprocessen, het isoleren van brandstof toevoer, het drukloos maken van opslag, het nemen van noodmaatregelen, het verzamelen van personeel, en evacuaties. Wanneer ondersteunende constructies, kritieke behuizingen en kritieke veiligheidsapparatuur niet worden beschermd, kunnen deze onderdelen tijdens de eerste periode falen. Dit heeft negatieve gevolgen voor effectieve brandbestrijding, ontsnappingsmogelijkheden, evacuaties en andere noodmaatregelen.

### 2.3 Kernactiviteiten die het gebruik van PBB in Brzo-bedrijven bepalen

Kernactiviteiten die het gebruik van PBB bij een bedrijf bepalen

- De vaststelling of het bedrijf een lagedrempel of hogedrempel Brzo-bedrijf;
- De toepassing van een risicoanalyse waarbij rekening wordt gehouden met potentiële scenario's betreffende zware ongevallen en de gevolgen van die scenario's voor de menselijke gezondheid en het milieu, zowel on-site als off-site;
- De ontwikkeling van een brandbeveiligingsstrategie om deze risico's te matigen, eventueel inclusief PBB;
- Het onderkennen van de vereiste prestaties van de PBB-systemen;
- PBB-systemen op de juiste wijze selecteren en implementeren zodat de juiste prestaties worden geleverd;
- Inspecties en onderhoud om ervoor te zorgen dat de juiste prestaties blijven gehandhaafd;
- Duidelijke documentatie omtrent al het bovenstaande.

## 3 Brandgevaren in Brzo-bedrijven

### 3.1 Introductie

Bedrijven die als Brzo-bedrijven zijn gekenmerkt, kunnen zeer uiteenlopend zijn. Zij zullen wel onder de volgende categorieën vallen:

- Bulkchemie
- Handel en distributie
- Overslag en transport
- Energie
- Fijnchemie
- Afval
- Petrochemie
- Rubber and plastic
- Overig

Wanneer er bij een van deze inrichtingen een brandgevaar bestaat, is dat vanwege:

- Brandbare vloeistoffen - (on)geraffineerde koolwaterstoffen, oplosmiddelen;
- Brandbare gassen - doorgaans koolwaterstof, waterstof of syntesegas;
- Brandbare spray – een 2-fase combinatie van brandbare vloeistoffen en gassen
- Brandbare vaste stoffen - in de vorm van fijne chemicaliën, metalen of cellulose houdende materialen.

Met betrekking tot een Seveso-classificatie is het mogelijk dat er bij een Brzo-bedrijf geen brandgevaar bestaat en dus geen noodzaak voor PBB, bijvoorbeeld als er geen brandbare stoffen worden verwerkt als onderdeel van hun activiteiten. Wanneer een bedrijf wel brandbare opslag bevat, maar er is aangetoond – door middel van risicoanalyses en –studies, normen, standaarden, wetten of regels – dat de risico's zonder PBB kunnen worden beheerd, dan is de installatie van PBB niet verplicht.

Het is daarom belangrijk om te begrijpen dat in geval van Brzo-bedrijven er geen vaste set maatregelen per installatie bestaat die ALTIJD met PBB moet worden beschermd.

### 3.2 Kenmerken van brandgevaar

Een belangrijk punt als het gaat om de borging van adequate PBB-prestaties is kennis hebben van het type vuur waaraan items kunnen worden blootgesteld. Een PBB-systeem **moet** in staat zijn om de gevolgen van verschillende soorten brand te beperken. Indien aan deze basisvoorwaarde niet wordt voldaan, kan het systeem voortijdig falen of op onvoldoende wijze de vereiste isolatie c.q. beschermingsduur bieden.

Voor industriële bedrijven zijn er hoofdzakelijk 4 brandtypes waarvan het gevaar met PBB wordt gematigd. Deze 4 types worden hieronder beschreven. Brand kan ook voorkomen als gevolg van de ontsteking van andere, gespecialiseerde, materialen. Dit wordt eveneens kort besproken.

#### 3.2.1 Cellulose branden

Een Cellulosebrand wordt veroorzaakt door het verbranden van cellulosemateriaal zoals papier en hout. Vergeleken met een koolwaterstofbrand, de temperatuur van een indringende cellulosebrand is lager en het bereikt zijn piektemperatuur over een langere tijdsinterval. Het vuur heeft een relatief

laag momentum en produceert geen intense eroderende vermogen. Wanneer vuur van welke brandstofbron dan ook geen invloed heeft op een structuur of apparatuur, maar alleen een vuurbelasting verschaft door thermische straling, dan wordt dit ook vaak beschouwd als een cellulosebrand. Bescherming tegen cellulosebrand, of hoge thermische straling, moet worden ingesteld door een PBB-systeem die getest, en aantoonbaar effectief is, tegen dit type brand. De classificatie van een PBB-systeem die een dergelijke brand beperkt, bevat de aanduiding "A" of "CF".

### 3.2.2 Plasbranden

Een Plasbrand is een "turbulent flakkerend vuur dat boven een plas verdampende vloeibare brandstof brandt, waarbij de brandstofdamp geen, of een zeer lage, verdampingssnelheid heeft. (Ref: "ISO 13702:1999 Petroleum and natural gas industries -- Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations -- Requirements and guidelines").

Koolwaterstof of oplosmiddelen vormen de basis van de brandstof. De warmteoverdracht van het vuur terug naar de plas regelt grotendeels de mate van verdamping en daarmee de grootte en de ernst van de brand. Plasbranden kunnen turbulent zijn en ze verbranden op een hogere temperatuur dan een cellulosebrand. Tevens wordt die hogere temperatuur in een veel kortere tijd bereikt. De zuurstoftoevoer wordt bepaald door de mate waarin de brand in toom wordt gehouden. Hierdoor worden verschillende niveaus van warmteflux gegenereerd. Plasbranden volgen op de ontsteking van uitgelekte plassen van brandbare vloeistoffen. Een onder druk staande uitstoot of lekkage van een brandbare vloeistof zal een plasbrand worden tenzij deze voldoende is verstoven of verdampt met een fakkelbrand als gevolg. Bescherming tegen een plasbrand moet worden ingesteld door een PBB-systeem die getest, en aantoonbaar effectief is, tegen dit type brand. De classificatie van een PBB-systeem die een dergelijke brand beperkt, bevat de aanduiding "H" of "HF".

Bij Brzo-bedrijven duurt een plasbrandscenario doorgaans één tot vier uur lang.



**Figuur 1– Plasbrand**

### 3.2.3 Jet fires / fakkelbranden

Fakkelbranden ontstaan wanneer een onder hogedruk stand brandbaar stof via een gat of scheur ontsnapt en wordt aangestoken. Een fakkelbrand wordt gekenmerkt door een turbulent flakkerend

vuur als resultaat van het aangestoken brandstof die continu wordt vrijgegeven met een aanzienlijk momentum in een bepaalde richting, of diverse richtingen, waardoor het vuur erosief wordt. Zij kunnen ontstaan door de ontsnapping van gasvormige “flashing” vloeistof (twee fasen) en zuivere vloeibare opslag. De kenmerkend eigenschap is de ontsnapping onder hogedruk van gas door een relatief kleine opening. De snelheid van de brandstoftoevoer hangt af van de omgevingsdruk, de grootte en vorm van de opening, en het moleculair gewicht van het gas. Omstandigheden van laag- of hoog-ventilatie gedurende de lekkage kunnen ertoe leiden dat er verschillende warmtefluxniveaus worden gegenereerd. Bescherming tegen een fakkelbrand moet worden ingesteld door een PBB-systeem die getest, en aantoonbaar effectief is, tegen dit type brand. De classificatie van een PBB-systeem die een dergelijke brand beperkt, bevat de aanduiding "J" of "JF".

Bij Brzo-bedrijven duurt een fakkelbrandscenario meestal tot één uur, in extreme gevallen tot twee uur.



**Figure 2 – Een kleine fakkelbrand**

### 3.2.4 Andere brandgevaren en PBB

Andere brandgevaren die worden aangetroffen bij Brzo-bedrijven zijn soms te wijten aan brandbare poeders, chemicaliën of metalen. Afhankelijk van het materiaal kunnen deze smelten en een vloeistof vormen die vervolgens een plasbrandscenario oplevert. Tevens kunnen ze pyrolyse ondergaan en een gasvormig toestand aannemen. Dat gas verbrandt dan boven het materiaal als een drukloos vuur. In veel gevallen kunnen toepasselijke PBB-systemen voor het beperken van cellulose-, plas- en fakkelbranden ook worden gebruikt om dit gevaar te beperken.

In sommige gevallen is een gebruikelijke of commercieel beschikbare PBB geen geschikt middel om deze brandgevaren te verminderen. In zulke situaties is de meest geschikte methode een gespecialiseerd PBB-materiaal of een alternatief strategie om de gevaren te beperken, zoals inertiseren.

### 3.2.5 Een combinatie van brandscenario's

Het is absoluut denkbaar dat een PBB-systeem kan worden blootgesteld aan verschillende soorten brand gedurende één brandscenario. Bijvoorbeeld:

Een lekkage onder hogedruk van een twee-fase vloeistof kan een gas-fakkelbrand veroorzaken met een bijbehorende plas van brandbare vloeistof. Het vuur kan apparatuur overspoelen waarna gebieden buiten de directe brandzone worden blootgesteld aan thermische straling.

Naarmate de fakkelbrand afneemt, kunnen de plasbrand en de stralende component dominant worden. Scenario's met een duur tot twee uur is hierbij denkbaar.

Of;

Een initiële plasbrand voert de druk te ver omhoog en - na het falen van apparatuur - tot een fakkelbrand leidt.

Het is mogelijk om dit te herkennen op grond van gespecificeerde prestatievereisten, of om een worst-case scenario prestatie-eis aan te nemen en vervolgens er van uitgaan dat deze worst-case scenario voor de duur van de gebeurtenis blijft bestaan.

## 4 Het beperken van brandrisico's bij een Brzo-bedrijf met behulp van PBB

### 4.1 Een PBB-schema definiëren – codes, normen en methodes

Voor Brzo-bedrijven van de categorie hogedrempelinrichting of lagedrempelinrichting zijn er verschillende praktijkcodes, normen en leidraden die kunnen worden gebruikt om het risico op, en de gevolgen van, brandgevaar te bepalen. De processen in deze bronnen tonen eventuele brandrisico's aan die vervolgens met PBB kunnen worden ingezet om de risico's voor de menselijke gezondheid en het milieu te beperken. Na het identificeren van de risico's zijn er ook middelen beschikbaar om te helpen onderzoeken hoe PBB moet worden geïmplementeerd om die risico's te beperken. Twee kenmerkende benaderingen voor deze analyse zijn:

**Een voorgeschreven benadering (Code Compliance):** de beschermingseis en beschermingsmiddelen worden voorgeschreven op grond van industriebreed praktijk en ervaring. Een voorgeschreven benadering kan benadrukken:

- De structuren, installaties en apparatuur die moeten worden beschermd, inclusief de mate van bescherming;
- De soort en duur van de brandgebeurtenissen die te verwachten zijn;
- De type PBB-systemen die worden gebruikt en de manier waarop ze moeten worden getest om hun geschiktheid aan te tonen.

**Een risico-gedreven benadering:** de exploitant van een Brzo-bedrijf erkent de risico's en de gebieden die moeten worden beschermd om de gevaren tot een aanvaardbaar niveau te brengen. Een risico-gedreven benadering kan:

- Richtlijnen uit de voorgeschreven benadering gebruiken om een risico-gedreven aanpak te implementeren;
- Bepalen dat er geen PBB wordt geïmplementeerd wanneer de risico's acceptabel zijn.

Vele hulpbronnen kunnen worden geraadpleegd om een PBB-plan te maken. De sleutel tot hun effectiviteit is het begrijpen en correct toepassen van de daarin gelegen informatie en leidraden. De hulpbronnen zijn te vinden in:

- Internationaal erkende praktijkcodes en normen die beschrijven hoe bepaalde soorten inrichtingen, installaties en apparatuur tegen brand moet worden beschermd;
- Interne begeleidingsdocumenten en standaarden van de inrichting van de exploitant;
- Richtlijnen inzake verliespreventie van verzekeringsmaatschappijen;
- Ontwerp en EPC intern-ontwikkelde leidraden en standaarden

- Leidraden van brancheverenigingen
- Publicaties (boeken, congresverslagen, enz.)

Een aantal algemeen toegepaste richtlijnen (exclusief bedrijfsspecifieke richtlijnen) met betrekking tot PBB specificaties zijn opgenomen in Tabel 1. Deze lijst is net uitputtend.

Document	Bron
API Recommended Practice 2218: Third Edition, July 2013: Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants	API
API RP 2001 - Fire Protection in Refineries, Ninth Edition	API
API 2510A – Fire Protection Considerations for the Design and Operation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Storage Facilities, Second Edition	API
Guidelines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical and Hydrocarbon processing Facilities, August 2003	CCPS
Fire Protection Handbook, 20 <sup>th</sup> Edition, 2008	NFPA
Standard for the Fire protection of Storage, NFPA 230. 2003	NFPA
Fire Protection on Chemical Manufacturing Sites. European Guideline CFPA-E No 18:2008	CFPA Europe
Guidance on Passive Fire Protection for Process and Storage Plant and Equipment. 1st Edition, March 2017	Energy Institute

**Tabel 1 – Documenten betreffende PBB-specificaties**

## 4.2 Wisselwerking tussen PBB en andere brandbestrijdingsmaatregelen

Het bestrijden van zware ongevalsscenario's en het proces daarvan kan betekenen dat een aanpak wordt toegepast die een reeks verschillende risicobeperkende maatregelen, anders dan PBB, omvat. Zoals:

- Actieve brandbescherming (ABB) op vaste of mobiele wijze door te blussen met water op installaties en apparatuur om deze af te koelen en het vuur te doven.
- Het insluiten en door routeren van ontsnapte brandbare vloeistoffen met behulp van putten, greppels en afvoerbuizen.
- Het gebruik van isolatie- en drukontlastingsystemen om opslagvolumes te minimaliseren en onder druk staande opslag te verwijderen.

ABB en PBB worden meestal geïntegreerd als onderdeel van een algemene strategie voor het beheersen van brandgevaar, maar hun interactie is niet vanzelfsprekend. De volgende belangrijke aandachtspunten komen ter overweging bij een analyse van de doelgeschiktheid van PBB:

- Anders dan ABB is PBB geen brandbestrijdingstechniek. Het zorgt voor isolatie om opschaling te voorkomen. Wanneer brand moet worden bestreden, is PBB geen effectieve risicobeperkende maatregel.
- Hoewel PBB een brand niet bestrijdt, kan het deel uitmaken van een strategie waarmee brandweertaken effectief kunnen werken op locatie. Eventuele hulpverleners moeten zich bewust zijn van de rol van PBB voor hun activiteiten. PBB kan invloed hebben op – en hun specificaties worden beïnvloed door – de volgende overwegingen:
  - toegang tot de brandbestrijdingsactiviteiten;
  - vakbewaamheid bij on-site noodhulpverleners om brand te bestrijden;
  - responstijd van de dichtstbijzijnde brandweer kazerne;

- beschikbare middelen voor de brandweer.
- PBB-systemen kunnen niet voorkomen dat het vuur andere delen van de inrichting bereikt (tenzij deze als een barrière is geïnstalleerd). Tevens biedt het geen koeling voor aangrenzende installaties en apparatuur waarop geen PBB-materiaal is aangebracht (hoewel hitteschilders kunnen de effecten van warmtestraling verminderen).
- Het op tijd verwijderen van gevaarlijke opslag (voordat een vatbreuk, leidingbreuk of structurele instorting optreedt), kan ertoe leiden dat PBB (of actieve brandbeveiliging, ABB) niet vereist is.
- Bunds kunnen brandbare vloeistoffen indammen en de kans verkleinen dat aangrenzende apparatuur direct wordt overspoeld, waardoor het gevaar voor o.a. een plasbrand of warmtestraling wordt verminderd.
- Taluds en hellingen die het wegvloeien van vloeistoffen naar greppels en afvoerkanalen mogelijk maken, kunnen brandbare vloeistoffen onder apparatuur wegnemen. Hierdoor wordt de kans verkleind dat deze apparatuur door brand wordt gevangen en wordt o.a. het gevaar van een plasbrand verminderd naar die van stralingshitte. Dit verkort ook de duur van het brandgevaar.
- Bluswater - via ABB - kan een negatief effect hebben op sommige PBB-bestanddelen. Hier is zeer weinig onderzoek naar gedaan. Als deze situatie handmatig of automatisch optreedt, moet het PBB-systeem tegen zowel sterke waterstralen als thermische brandgevaar bestand zijn.

Hoewel niet relevant voor een doelgeschiktheidsanalyse van PBB, moet er worden opgemerkt dat:

- Waterdeluge is niet effectief tegen een rechtstreekse aanval van hogedruk fakkelbranden. Zeer hoge pompvolumen zijn vereist om de hoge snelheid van de harde straal te overwinnen.
- Het testen van actieve brandbeveiligingsystemen kan leiden tot waterschade aan PBB-systemen.
- ABB-regelsystemen, leidingen enz. lopen risico op explosieschade en werken mogelijk niet bij een eventuele brand na zo'n explosie. Als er explosiegevaar bestaat, en zowel ABB als PBB aanwezig zijn, biedt wellicht PBB meer betrouwbare bescherming.

### 4.3 Items in Brzo-bedrijven die doorgaans met PBB worden beveiligd

De opmaak van een Brzo-bedrijf van de categorie hogedrempelinrichting of lagedrempelinrichting varieert van bedrijf tot bedrijf en is in hoge mate afhankelijk van de activiteiten van die bedrijf. Als een inrichting brandgevaarlijk is, en analyse toont de noodzaak van PBB aan inzake het beperken van restrisico's, dan zijn er enkele onderdelen die doorgaans worden beschermd. Deze worden hieronder beschreven..

#### 4.3.1 Constructiestaal

Constructiestaal wordt gebruikt om processen zoals laden/lossen en overslag te ondersteunen. Tevens ter bescherming van installaties zoals leidingen, vaten, hete-oliesystemen, tanks, trechters, verwarming, warmtewisselaars en in opslag- en distributiefaciliteiten. Opslag- en distributiefaciliteiten zijn meestal de grootste elementen van Brzo-bedrijven die worden beschermd met PBB. Staalwerk wordt routinematig beschermd omdat het draagvlak biedt aan de onderdelen die gevaarlijke stoffen bevatten. Het verlies van draagvlak zou leiden tot een grote opschaling na instorting, tot meer schade en tot verlies van ingesloten gevaarlijke stoffen.



Constructiestaal is ook een van de belangrijkste structurele componenten die worden gebruikt in magazijnen en andere gesloten opslag- en distributiegebieden. Maar het is niet gebruikelijk dat dergelijk staalwerk wordt beschermd met PBB, omdat het falen van de structuur in deze constructies over het algemeen niet tot opschaling leidt.

Staal verliest kracht bij verhitting boven ongeveer 400°C. Het moment waarop een constructie zal falen is afhankelijk van factoren zoals de structurele configuratie, de aanwezige belading en de faalmodus (knik, spanning, zijdelingse torsie). Het bereiken van 400°C **betekent niet** dat het falen van de structuur is opgetreden.

Structuren hebben een hoge mate van redundantie, wat betekent dat ze de belasting opnieuw kunnen distribueren als een lokaal gebied faalt. Alternatieve laadpaden ontstaan om de integriteit te behouden. In oudere faciliteiten is het gebruikelijk dat grote hoeveelheden PBB worden toegepast omdat structurele redundantie niet tot het originele ontwerp behoorde. Vroegere ontwerpmethoden waren gebaseerd op het beperken van de temperatuur in afzonderlijke, door brand beïnvloede, onderdelen en het toepassen van PBB om de temperatuur onder de kritieke kerntemperatuur (CCT) te houden gedurende een vastgestelde tijdsperiode (de overlevingstijd). Het dekingsgebied voor de bescherming was dus groot.

Moderne ontwerpen maken doorgaans gebruik van methodes met betrekking tot structurele redundantie. Structurele elementen die essentieel zijn voor de integriteit van de gehele structuur worden in kaart gebracht en beschermd met PBB. PBB is niet altijd vereist indien er kan worden aangetoond dat alternatieve laadpaden ter herverdeling van de belasting aanwezig zijn, dat de vereiste integriteit van de structuur wordt behouden, en dat opschaling binnen de vereiste overlevingsperiode niet gaat voorkomen.

#### 4.3.2 Barrières

Barrières bieden afscherming ten behoeve van:

- Het voorkomen van direct vlamcontact voor mensen of fabrieksonderdelen door gevaarlijke gebieden te scheiden van veilige gebieden. Bijvoorbeeld, het gebruik van firewalls of stralingsafscherming zorgt ervoor dat personeel kunnen schuilen of ontsnappen.
- Het mogelijk maken van brandbestrijdingsactiviteiten. Bijvoorbeeld, gewapend beton of aardschermen om vast opgestelde bluswatermonitoren te beschermen.
- Het voorkomen van opschaling door een afscheiding te creëren tussen afzonderlijke voorraden van gevaarlijke stoffen of systemen.

Barrières zijn op zichzelf een PBB-systeem, maar sommige kunnen een PBB-materiaal bevatten om ervoor te zorgen dat aan een integriteits- of isolatie-eis wordt voldaan. Barrières kunnen een onmiddellijk effect hebben op de brandwerendheid – door onmiddellijke afscherming te bieden - maar kunnen ook worden gebruikt om bescherming gedurende langere periodes te bieden (wat de typische functie van PBB is).

Barrières kunnen bezwijken vanwege de opbouw van hoge thermische spanning, door verlies van integriteit (nadat verbindingen met het ondersteunend structuur falen), of wanneer deze zodanig worden verhit dat het isolatie-effect van de PBB niet toereikend is en de temperatuur aan de niet-blootgestelde kant de prestatie-eisen overschrijdt.

#### 4.3.3 Hogedruk vaten (bijv. procesvaten, reactoren, onder druk staande gasopslag)

Het falen van hogedruk vaten door langdurige blootstelling aan brand kan leiden tot het vrijgeven van significante hoeveelheden gevaarlijke stoffen, met als gevolg een grote opschaling van de in eerste instantie kleinere brand. In dergelijke scenario's worden hogedruk compartimenten vaak beschermd door PBB-materiaal. De PBB is ontworpen om een eventueel faalmoment te vertragen tot voorbij de duur van de initiële brand, of tot een moment nadat de gevolgen van een faalmoment geminimaliseerd is (bijv. het faalmoment treedt pas op nadat personeel hebben kunnen ontsnappen, of de gevolgen van falen niet significant zijn omdat de opslagdruk dusdanig is verlaagd).

Bij blootstelling aan warmtestraling kan een thermische breuk optreden. Dit wordt veroorzaakt door het uitzetten van de inhoud en toename van de inwendige druk, een verlies van integriteit van het compartiment, of meer waarschijnlijk een combinatie van beide.

Een verhoging van de druk kan de ontwerpspecificaties van het vat of leidingwerk overschrijden en tot een overdrukstoring leiden. PBB-materiaal wordt meestal niet gebruikt als het primaire middel om dit te voorkomen, maar het kan worden gebruikt om de verhittingssnelheid van de opslag te beperken en zo de spanning op drukontlastingsapparatuur te verlagen. Zo'n breuk kan gewelddadig zijn en consequenties hebben voor opschaling, zowel onmiddellijk ter plaatse als in de wijder omgeving.

Een vat of leidingwerk verliest kracht wanneer het materiaal waarvan deze gemaakt is zodanig wordt verhit dat er onvoldoende vermogen bestaat om de druk van binnen te weerstaan. Wanneer de drukinsluiting te zwak wordt om de druk te beheersen, treedt er snel catastrofaal falen op, wat een plotselinge ontsnapping van de onder druk staande opslag veroorzaakt.

Een drukveiligheidsklep of "pressure safety valve" (PSV) beperkt het maximale druk dat een vat en aangesloten leidingen kunnen handelen. Thermisch falen – als gevolg van afnemende integriteit van het omhulsel – kan plaatsvinden voordat de PSV het punt bereikt waarop hij in werking treedt. Een PSV voorkomt het verlies van integriteit niet. PBB kan dat wel, evenals de snelheid verminderen waarmee druk wordt opgebouwd als gevolg van opslagverhitting.

#### 4.3.4 Lagedruk vaten (tanks, silos, trechters, etc)

Lagedruk (of atmosferische druk) vaten worden voornamelijk gebruikt voor de bulkopslag van vloeistoffen of vaste stoffen. Zij hebben dezelfde faalmechanismen als hogedruk compartimenten – defecten vanwege opgelopen inwendige druk en wandverzwakking – wanneer ze worden blootgesteld aan vuur.

De dunne wanddiktes en ontworpen drukparameters hebben als gevolg dat falen bij een lagedruk compartiment resulteert in een brandscenario met aanzienlijk minder energie en minder kans op grote opschaling (en de negatieve consequenties daarvan) dan bij een hogedruk compartiment. Er kan echter toch aanzienlijk opschaling optreden na het falen van het lagedruk compartiment wanneer er sprake is van grote voorraden, bijv. lagedruk opslagtanks. Het gebruik van PBB is een beperkende maatregel, maar de benodigde volumes PBB-materiaal kunnen groot zijn. Het gebruik van actieve brandbeveiliging (ABB) heeft daarom vaak de voorkeur.

#### 4.3.5 Leidingwerk (proces, drukontlasting en aanvoer)

Het is niet typerend dat pijpleidingen zelf met PBB worden beschermd. Wanneer PBB wel wordt toegepast op pijpleidingen, wordt dit normaliter aangetroffen grote hoeveelheden opslag onder druk worden gevonden waarbij veel van de overwegingen en faalmodes met vaten vergelijkbaar zijn. Tevens komen ook situaties voor waarbij procesisolatie eveneens brandbeveiliging biedt.

De bescherming van leidingwerk is in het algemeen gericht op draagbeugels en de leiding ondersteuning. De belangrijkste redenen hiervoor zijn: (1) dat de opslag binnen elk stuk leiding klein is en doorgaans niet tot grote opschaling leidt, (2) dat de druk in het leidingwerk laag kan zijn, (3) dat het product stroomt en daardoor een verkoelend effect kan hebben op de buiswand, (4) dat de geometrie van leidingen, met name van kleine diameters, moeilijk te beschermen is, (5) dat er veel leidingen liggen in een inrichting die veel PBB vereist, en (6) dat het inspecteren van leidingwerk met PBB moeilijk en kostbaar is.

#### 4.3.6 Ondersteuning van vaten en leidingen

Vaten en pijpen worden altijd ondersteund met behulp van een of meerdere draagmethodes. Die steun kan op zijn beurt zelf worden gestut op hoogniveau door constructiestaalwerk of op grondniveau. Wanneer de steun onder zulke vaten wegvalt, kan dit op zijn beurt leiden tot gescheurde aansluitingen van de aangesloten leidingen, en vervolgens lekkages die een opschaling van de gebeurtenis veroorzaken. In het ergste geval kan de hele vat instorten en op andere installaties en apparatuur vallen, wat mogelijk tot een nog grotere opschaling kan leiden.

Draagsteunen kunnen de vorm hebben van een zadel, *skirt*, poten of een klein stalen frame of rek waarop het hoofdvat zit.

Pijpdragers hebben over het algemeen de vorm van een voetstuk, schoen, hanger of klein stalen frame waarop de pijp wordt ondersteund of opgehangen.

Vat- en pijpdragers zijn doorgaans van staal gemaakt. Een eventuele storing treedt op vanwege degradatie van de materiaalsterkte die een bepaalde faalmodus initieert. De faalmodus is afhankelijk van het ontwerp of de configuratie van de drager en kan leiden tot instorting van het vat.

Het is van essentieel belang dat het gehele constructieve draagsterkte waarlangs apparatuur, vat, tank of buis wordt ondersteund, voldoende integriteit behoudt na blootstelling aan brand. Het laadpad dat het onderdeel draagt, bestaat uit de directe steunelementen en de onderliggende draagstructuur waaraan het onderdeel wordt bevestigd.

Draagconstructies voor zware items die geen gevaarlijke stoffen bevatten, mogen ook met PBB worden beschermd. Dit komt omdat het falen en ineensinken van de draagconstructie kan ervoor zorgen dat de zware items kunnen landen in fabrieksruimtes waar gevaarlijke stoffen wel zijn opgeslagen, met een grote opschaling tot gevolg.

#### 4.3.7 Flenzen

Wanneer een flens een verbinding vormt van pijp-naar-pijp of mondstuk-naar-pijp en deze tijdens een brand wordt verhit, zullen de bouten in de flens langer worden en de verbinding minder strak. Dit kan leiden tot het loslaten van de verbinding en schade aan de flensafdichting. Lange bouten zijn bijzonder gevoelig hiervoor. In onder 5 minuten, na blootstelling aan vuur, kan een flens falen.

Het heeft de voorkeur dat flenzen niet aanwezig zijn bij dergelijke brandgevaren, maar wanneer dit onvermijdelijk is, moet het gebruik van PBB-materialen de flensgebieden beschermen tegen directe verhitting en worden gericht op het minimaliseren van de temperatuur in de bouten.

#### 4.3.8 Kleppen and actuators

Voor veiligheid en ter bescherming van het milieu zijn kleppen en actuators voorzien van acuut noodstop kleppen of “Emergency Shutdown Valves” (ESDV’s). ESDV’s zorgen voor het afscheiden van secties van gevaarlijke stoffen wanneer zo’n afgescheiden deel faalt. Hoe kleiner de omvang van een afgescheiden sectie, hoe kleiner de hoeveelheid stoffen die lekt. Zij fungeren ook als acuut drukontlasting klep of “Emergency Depressurisation Valve” (EDP) om een sectie te ontluchten en de druk te evlagen richting een fakkel (flare) of ontluchting (vent).

Onder blootstelling aan vuur kan de behuizing van de klep zodanig worden verhit dat de afdichtingen falen. Dit leidt tot verminderde integriteit rondom de klepzetel en wellicht opschaling naar een aangrenzende opslag. Wanneer dit type falen moet worden voorkomen, kan PBB de behuizing beschermen.

In een noodgeval moeten actuators hetzij fail-safe zijn, hetzij op de juiste wijze werken. Fail-safe actuators reageren onmiddellijk en sluiten zich af voordat een brand impact heeft op hun integriteit. Actuators die pas na een periode van blootstelling operationeel gaan, kunnen met PBB worden beschermd om de werking te garanderen.

Wanneer de klep tegen brand is beveiligd maar de actuator niet, kan warmte – indien deze beide voor langere tijd aan brand worden blootgesteld - via de actuator naar de klep worden geleid. In zulke gevallen moeten zowel klep als actuator worden beschermd aangezien deze geen gezamenlijke brandbeveiliging bevatten. Bij onvoldoende “blowdown” capaciteit, kunnen kleppen gedurende lange periodes systematisch open gaan om gassen gecontroleerd te ventileren. Dit betekent dat sommige kleppen voor lange periodes aan brand worden blootgelegd. PBB is dan nodig om tijdig functioneren te garanderen.

Kleppen met de aanduiding “fail-safe” zijn normaliter niet “fire-protected” aangezien zij zich bij verlies van signaal of aandrijfkraft moeten bewegen naar een vooraf bepaalde positie, meestal dicht. Afdichtingen en andere klep-onderdelen kunnen echter onder bepaalde omstandigheden falen, waardoor de klep niet kan bewegen waardoor interne lekkage door een gesloten klep kan plaatsvinden. In geval van opeenvolgende blowdown moeten zelfs fail-safe kleppen worden voorzien van bescherming door PBB zodat ze niet voortijdig gaan sluiten en daarmee de juiste volgorde verstoren.

‘Gecertificeerde’ (of ‘fail-safe’) kleppen kunnen worden gebruikt mits deze zorgvuldig worden toegepast. De omstandigheden waaronder brandproeven worden uitgevoerd, inzake specifieke fail-safe performance-testing en de overall test set-up, kunnen aanzienlijk verschillen van echte brandscenario’s op locatie. Er is geen gemeenschappelijke standaard.

Zoals bij alle brandclassificaties moet de keuze voor kleppen op prestatie-eisen gebaseerd zijn. Die worden gesteld aan de hand van het potentiële brandtype, de brandduur en de ontwerp-warmtebelasting.

#### 4.3.9 Kritieke bekabeling en aansturingslijnen

Bekabeling en aansturingslijnen die deel uitmaken van besturingssystemen – en dus gedurende noodmaatregelen nodig kunnen zijn - kunnen in sommige gevallen negatief worden beïnvloed door een brand. Dit kan ertoe leiden dat het besturingssysteem niet meer functioneert op het moment dat het nodig is. Dergelijke bekabelings- en besturingssystemen zijn typisch stroom- en instrumentenkabels, en pneumatische- en hydraulische-aansturingslijnen.

De primaire strategieën teneinde bescherming te bieden aan kritieke lijnen zijn redundante routing, ondergrondse routing of routing buiten de geïdentificeerde brandzones. Waar dit niet mogelijk is, en de lijnen kunnen worden blootgesteld aan vuur, kunnen zij worden voorzien van brandwerende specificaties. Anders kan PBB-bescherming worden toegepast mits er niet dusdanig wordt geïsoleerd dat de onderliggende kabel wordt verhit en de functionaliteit ervan geschaad.

PBB kan worden voorgeschreven om de noodzakelijke brandbeveiliging te bieden inclusief de vereiste dat ontsteking van de kabels wordt voorkomen. Degradatie van de isolatielaag vindt plaats bij blootstelling aan warmtefluxen die qua temperatuur veel lager ligt dan die waardoor schade aan installaties of apparatuur wordt verwacht. Ontsteking van de kabelisolatie kan leiden tot branduitbreiding.

#### 4.3.10 Commentaar met betrekking tot gebouwen

Gebouwen behorende tot Brzo-bedrijven zijn doorgaans:

- Controlekamers
- Permanente kantoren / winkels / werkplaatsen / laboratoria
- Gebouwen met veiligheidskritieke apparatuur – UPS, MCC, ESD, F & G, enz.
- Gebouwen waar elektrische voorzieningen staan - transformatoren, elektrische ruimtes
- Gebouwen die procesfuncties en werkruimtes combineren
- Opslagruimtes en magazijnen
- Brandweerkazernes
- Tijdelijke gebouwen

De bouwmaterialen en -methoden van deze structuren lopen zeer uiteen. Traditionele bouwtechnieken, bouwmethoden en materialen worden doorgaans toegepast. Ontwerpnormen en praktijken betreffende brandrisico's vormen een onlosmakelijk deel daarvan. Voor sommige gevallen - zoals bij controlekamers of brandweerkazernes - bestaan er zeer specifieke richtlijnen met betrekking tot ontwerp, constructie en beoordelingen. Deze staan vaak in bedrijfsnormen.

De beste methode om brandgevaar voor gebouwen te verminderen, is door de gebouwen uit de buurt van de risico's te vestigen. Wanneer dit niet mogelijk is, en het gebruik van PBB in het ontwerp is vereist, dan zal PBB in deze gebouwen doorgaans worden geleverd door:

- Materialen en systemen die het externe omhulsel van het gebouw of omheining vormen (baksteen, beton, paneelsystemen, enz.).
- Coatings of bekleding ter bescherming van het interne staalwerk als onderdeel van de hoofdstructuur
- Paneelsystemen die als muren fungeren voor omheining en technische ruimtes
- Barrières (gemaakt van metselwerk, constructie, betonnen muren, paneelsystemen) die worden toegepast voor interne segregatie tussen gevaarlijke materialen
- Doorvoeringen via barrières ten behoeve van buizen, kabels, diensten en potentieel gevaarlijke opslag
- Doorvoeringen via barrières zoals deuren en ramen

Met betrekking tot PBB en gebouwen houdt deze leidraad alleen rekening met:

- Materialen en systemen in gebruik daar waar veiligheidskritieke apparatuur - ten behoeve noodmaatregelen – wordt gehouden. Hier moet PBB afscherming bieden tegen de directe gevolgen van brand en de temperatuur dusdanig begrenzen zodat apparatuur niet uitvalt en de gaslektheid van een omheining garanderen;

- Materialen en systemen voor barrières in gebouwen die worden gebruikt ten behoeve van de scheiding van gevaarlijke materialen om verspreiding van brand te voorkomen. Er wordt geen rekening gehouden met brandwerende scheidingswanden in de normale bouwconstructie.

De details in dit document doelen op deze toepassingen. Zij gaan over de constructie van de behuizing of barrière, en hun doorvoeringen.

#### 4.4 Checklist voor gebieden die PPP nodig KUNNEN hebben

Zoals eerder opgemerkt, aangezien alle inrichtingen uniek zijn, varieert PBB van inrichting tot inrichting. De volgende tabel biedt een leidraad voor items die kunnen worden beschermd in verschillende gebieden behorende tot een inrichting. Het is slechts indicatief voor wat betreft vragen over hoe een beoordeling heeft plaatsgevonden, of PBB al dan niet vereist is, en wat de vereiste prestaties zijn.

De belangrijkste vereisten voor een positieve screening zijn: er zijn risico's op brand in het gebied, die risico's hebben impact op veiligheidskritieke apparatuur en, er bestaat dusdanig brandbare opslag om brandgevaar te veroorzaken voor kritieke onderdelen voor langer dan 5 minuten. Tabel 2 hieronder geeft een samenvatting.

Gebied	Eventueel te beschermen onderdelen
Procesgebieden	Lagedruk procesvaten met brandbare vloeistoffen
	Hogedruk procesvaten met brandbare gassen onder hoge druk
	Reactor, verwarming, warmtewisselaar, procesvaten (HD en LD) skirts en zadels
	Piperacks en pipebridges die grote pijpruns ondersteunen (mogelijk gevuld met brandbare of niet-brandbare vloeistoffen of gassen – probleemgevallen als schering en instorting)
	Frames van constructiestaal die grote massa's dragen (vin-ventilatoren, verwarmingsapparatuur, warmtewisselaars, vaten, reactorvaten, enz.) op hoogte met kans op instorten op installaties met brandbare materialen
	Bollen, bolbenen, leidingen en kleppen in omsloten ruimten
	Emergency isolatie en drukontlasting kleppen
	Dragers voor drukontlasting leidingwerk
	Leidingen met grote voorraden van geïsoleerd brandbare producten
	Controlekamers
	Lokale brandbestrijding faciliteiten en schilden (bijv. blusmonitoren)
	Pompkamers voor brandbluspompen
	Lokale apparaatkamers met noodbeheer voorzieningen
	Tijdelijke gebouwen met systemen ten behoeve van noodhulp
	Noodopvang en schuilplaatsen
	Vulgebieden voor hoge- en lagedruk-producten

Opslaggebieden	Bollen, bolbenen, leidingen en kleppen in omsloten ruimten
	Grote atmosferische opslagtanks met brandbare vloeistoffen in omsloten ruimten
	Gasopslag onder hoge druk en draagconstructies
	Leidingen met grote hoeveelheden geïsoleerd ontvlambaar producten, voor het vullen of legen van opslag
	Grote aanvoerleidingen en dragers die ontvlambaar product bevatten
	Emergency isolatie en drukontlasting kleppen
	Piperacks en pipebridges die grote pijpruns ondersteunen
	Lokale brandbestrijding faciliteiten en schilden (bijv. blusmonitoren)
	Pompkamers voor brandbluspompen
	Lokale apparaatkamers met noodbeheer voorzieningen
	Opslagtrechter en silo-dragers
	Tijdelijke gebouwen met systemen ten behoeve van noodhulp
	Noodopvang en schuilplaatsen
	Controlekamers
Warehouses en opslagfaciliteiten (ook interne branddreiging)	
Distributie	Laadsteigers en armsteunen
	Piperacks en ondersteunende leidingen
	Gasopslag onder hoge druk en draagconstructies
	Lagedruk of atmosferische opslagtanks / -vaten en ondersteunende structuren
	Emergency isolatie en drukontlasting kleppen
	Pompkamers voor brandbluspompen
	Bouwconstructies (warehouses, schuilplaatsen)
	Hoppers en silo's met vaste stoffen - voornamelijk draagconstructies
	Controlekamers
Energie	Vloeistof- en brandstofgassystemen (inclusief opslagvaten, leidingen en dragers)
	Transformatoren
	Lokale apparaatkamers voor de stroomtoevoer naar emergency systemen

**Tabel 2 – Vaak voorkomende gebieden en potentiële onderdelen die mogelijk PBB vereisen**

## 5 PBB-systemen in gebruik bij Brzo-bedrijven

Een verscheidenheid aan materialen en systemen worden gebruikt om schade van brand en explosie te beperken zodat onderdelen die bescherming vereisen aan hun prestatie-eisen kunnen voldoen.

Deze sectie geeft een korte samenvatting van de belangrijkste kenmerken van de verschillende PBB-systemen en waar ze typisch worden ingezet.

### 5.1 PBB coatings

Coatings zijn de meest gebruikte vorm van PBB bij Brzo-bedrijven. Ze zijn voornamelijk een enkel materiaaltipe met een inwendig systeem van retentie of versterking (retentie is niet hetzelfde als versterking). Het wordt handmatig of met een pomp nat-aangebracht op een voorgeprepareerd (schoongemaakt, gestraald, geprimed) substraat. De afgewerkte oppervlakte kan van de pompbehandeling komen, het kan verder handmatig worden afgewerkt of het kan in mallen worden gegoten. De materiaaltipe bepaalt de afwerkingsmethode. Coatings zorgen voor een begrenzing van de temperatuur in het substraat waarop ze zijn aangebracht.

Coatingsystemen worden doorgaans gebruikt voor de bescherming van constructiestaal en installaties die van staal zijn gemaakt. Zij kunnen worden gebruikt in wet-fit en dry-fit systemen. Hun rol is het zorgen voor isolatie en het bieden van stevigheid aan de onderliggende niet-structureel isolatievoorziening.

De systemen die het meest worden gebruikt zijn:

- Dicht beton
- Lightweight Cementitious (LWC) coatings
- Sublimerende en opschuimende epoxy coatings

Opmerking: Zeer dunne opschuimende coatings of opgespoten cementgebonden coatings (van de type die worden gebruikt in de bouw om conventioneel constructiestaal te beschermen) komen in dit document niet in aanmerking.

Opschuimende en sublimerende systemen ondergaan een chemische reactie bij een brand: Opschuimende materialen zetten uit en vormen een koollaag als isolatie voor het substraat eronder. Sublimerende materialen absorberen warmte-energie wanneer de PBB materiaal wordt omgezet van een vaste stof naar gas. Bij een brand met dicht beton en Lightweight Cementitious (LWC) systemen komt het chemisch gebonden water vrij. Deze chemische reactie draagt bij aan het houden van het onderliggende substraat onder de kritieke temperatuur.

Veel bestaande coatings bij Brzo-bedrijven zullen van beton of LWC-materiaal zijn. Maar het gebruik van opschuimende epoxy coatings bij nieuwe inrichtingen neemt toe. Dit gebeurt tevens ook gedurende uitgebreide reparaties wanneer de volledige verwijdering van dichte beton- of LWC-materialen, en de vervanging daarvan door een epoxy, wordt gerechtvaardigd.

Voorbeelden van het gebruik van PBB-coating systemen worden getoond in figuur 3.



		
Dicht beton ten behoeve van on-shore structurele brandbescherming.	LWC PBB op constructiestaalwerk	LWC PBB op constructiestaalwerk

**Figure 3 - Voorbeelden van het gebruik van PBB coating systemen**

## 5.2 Dry-Fit systems

Dry-Fit PBB-systemen komen voor in twee varianten. Het eerste systeem wordt in een mal gegoten en als panelen, of halve schalen, naar de locatie gebracht waar ze vervolgens op het artikel worden bevestigd met behulp van een retentie mechanisme. Het tweede systeem wordt vervaardigd uit een combinatie van isolatiemateriaal en een beschermend omhulsel, en op het systeem bevestigd.

Dry-fit PBB-systemen worden doorgaans gebruikt wanneer een nat aangebrachte systeem niet zonder moeite kan worden toegepast terwijl het item of apparaat wel thermische bescherming nodig heeft. Of het wordt gebruikt wanneer toekomstige toegang is vereist voor inspecties zodat het systeem periodiek moet worden verwijderd en vervangen. Ze kunnen op structureel staalwerk worden gebruikt maar dit is niet kostenefficiënt. Dry-fit systemen worden doorgaans gebruikt op afsluitkleppen en actuators, besturingssystemen, flensbeschermers of procesvaten en leidingen waarbij inspectie vereist is.

Ze kunnen ook worden ingezet voor dual gebruik ten behoeve van thermische isolatie. In deze gevallen levert de isolatielaag het grootste deel van de isolatieprestaties. De buitenlaag zorgt voor integriteit, weersbestendigheid, stevigheid en eventuele extra isolatiemogelijkheden.

Dry-Fit systemen zijn doorgaans:

- Panelen gemaakt van opschuimend epoxy materiaal, bevestigd met een montage- en retentiesysteem. De opschuimend epoxy zorgt voor de isolatie.
- Panelen gemaakt van roestvrijstaal of gegalvaniseerde staal, met daaronder een geschikte isolatielaag van handgemaakt mineraalvezel of “Man Made Mineral Fibre” (MMMF), en bevestigd met een montage- en retentiesysteem.
- Structurele composietmaterialen (zoals Glass Reinforced of Fibre Reinforced – GRP of FRP) met interne isolatie van lichtgewicht hars of MMF materiaal en een montage- en retentiesysteem.
- Flexibele Jacket systemen.
- Bouwmaterialen gemaakt van staal en LWC-materiaal (bijvoorbeeld Durasteel)

Voorbeelden van het gebruik van Dry-Fit systemen worden getoond in figuur 4.



**Figuur 4 - Voorbeelden van het gebruik van Dry-Fit systemen**

### 5.3 Nat-Aangebrachte systemen

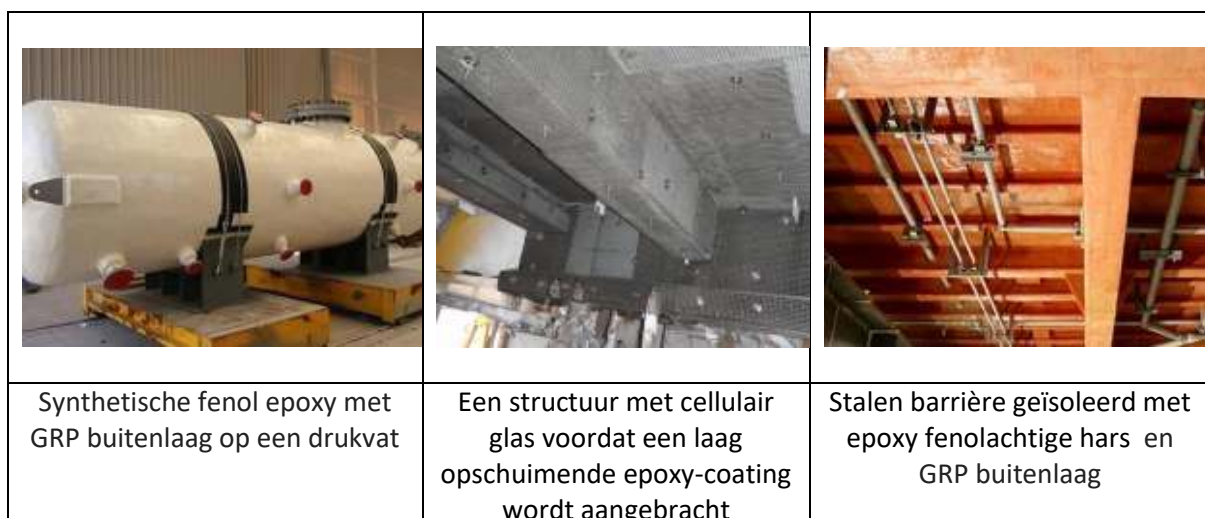
Nat-aangebrachte systemen combineren isolatiemateriaal dat nat is aangebracht op het oppervlakte van het te beschermen artikel – zoals bij een coating - of dat mechanisch is bevestigd (bijvoorbeeld met pinnen), en dat vervolgens wordt beschermd met een buitenlaag of een coating, die eveneens nat wordt aangebracht.

Dergelijke systemen worden over het algemeen gebruikt ter bescherming van installaties met daarin brandbare of onder druk staande producten, of wanneer isolatie nodig is voor brandveiligheid en het beheersen van procestemperaturen. Tevens biedt deze bescherming aan structurele barrières waarbij isolatie vereist is.

De meest gebruikte nat-aangebrachte PBB-systemen zijn:

- Synthetische fenolachtige materialen + GRP (of FRP) beschermende buitenlaag
- Synthetische thermische isolatie van epoxy + opschuimende epoxy-coating buitenlaag
- Minerale of steenwoldekens (Alkali Earth Silicate (AES)) + retentiesysteem + opschuimende epoxy-coating buitenlaag
- Cellulair glas (glasvezelmateriaal) + opschuimende epoxy-coating buitenlaag

Examples of the use of PFP coating systems are shown in Figure 5.



**Figuur 5 - Voorbeelden van het gebruik van nat-aangebrachte (Foto's ©AIS plc)**

## 5.4 Barrière systemen

Barrières gaan van simpel barrières (om de doorgang van rook en vuur te verhinderen) tot barrières die worden ontworpen om isolatie, stabiliteit en explosiebestendigheid te bieden. De keuze van een barrière systeem is afhankelijk van een verscheidenheid aan factoren zoals: de risico die een barrière moet weerstaan (niet alleen vuur maar ook explosie, milieu, enz.), de isolatievereiste, of deze een steunfunctie heeft en andere overwegingen zoals aanwezige ruimte.

Even cruciaal als de barrière is de manier waarop de barrière wordt ondersteund. Net als bij steunfuncties betreffende explosiebestendigheid is het cruciaal dat ook een brand niet tot falen van de steunconstructie leidt. Ontwerp en bescherming van de bevestigingsmaterialen kunnen nog belangrijker zijn dan de barrière zelf.

Barrière systemen op Brzo-bedrijven kunnen zijn:

- Vrijstaande barrières tegen brand (en brandstoten) die een schild vormen tegen direct contact met de vlam en daarbij opschaling voorkomen.
- De muren en het dak van controlekamers en door personeel gebruikte gebouwen, en tijdelijke gebouwen.
- Gebieden / omheiningen met veiligheidssystemen ten behoeve van Emergency Response (ER).
- Barrières ten behoeve de scheiding van gevaarlijke bulkmaterialen om insluiting te bieden.
- Lokale hitteschilden en thermische stralingsbescherming, o.a. om vluchtwegen te beschermen.

Gebruikelijke barrière-systemen zijn doorgaans gefabriceerd van:

- Koolstofstaal of RVS barrière (verhard of golfplaten).
- Stalen barrière met MMMF aan de binnenkant om interne isolatie te realiseren.
- Stalen barrière van handgemaakte mineraalvezels (MMMF) op het niet aan brand blootgestelde oppervlak.
- Stalen barrière met een epoxy- of LWC-coating aan de vuurbelaste zijde ten behoeve van integriteit en / of isolatie.
- Stalen barrière met een nat-aangebrachte systeem van fenol-epoxy of glasvezel aan de vuurbelaste zijde.
- Geperforeerde staalplaat met interne LWC-materiaal (bijvoorbeeld Durasteel).
- Composietplaat gemaakt van GRP of andere composietmateriaal, op een stalen frame gemonteerd.
- Warmtestralingsschilden. Een stalen gaasconstructie die wordt gebruikt voor het afzwakken van thermische straling (d.w.z. stralingsafscherming).
- Inwendige scheidingen in gebouwen van vlambestendige en isolerende materialen.
- Metselwerk of blokwerk - versterkt en/of onversterkt.
- Aarden wallen.

Voorbeelden van het gebruik van barrière systemen worden getoond in Figuur 6.

		
Stalen barrière-systeem van golfplaten	Stalenpaneel met een epoxy-coating PBB	Warmtestralingsschild
		
Durasteel barrière	Blokwerk barrières voor productscheiding	Tijdelijk gebouw gemaakt van barrières

**Figuur 6 – Voorbeelden van barrière systemen**







## 5.5 Doorvoeringen in barrière systemen

In Brzo-bedrijven vindt men diverse doorvoeringen in barrières. Deze doorvoeringen kunnen vele doelen en configuraties hebben. Maar hun primaire doel is om iets door een barrière te laten gaan zonder de gaslektheid te verminderen of het beschermingsvermogen tegen brand of explosie te laten afzakken. De primaire configuraties en doeleinden van doorvoeringen zijn:

- Leiding doorvoeringen
  - Gecertificeerde (Gaiter Type) sokafdichting
  - Gecertificeerde kneedbare afdichting
  - Gecertificeerde kraagafdichting
  - Andere geteste ontwerpen die op maat worden gemaakt
  - Andere niet-geteste ontwerpen die op maat worden gemaakt
- Kabeldoorvoeringen
- Deuren (branddeuren, brand- en explosiedeuren enz.)
- Ramen (brandveilige ramen, brand- en explosieveilige ramen enz.)
- Kanaaldoorvoeringen (inclusief korte stukken die dempers ondersteunen enz.)

Een doorvoering mag de functie van een barrière niet ondermijnen. Het zal een voldoende effectieve afdichting moeten bieden die - tijdens een incident - niets afdoet aan de brand- en explosiebestendigheid of de gaslektheid. Normaliter, in geval van doorvoeringen in barrières, zijn mensen of kritieke systemen ook aanwezig.

Voorbeelden van doorvoeringen worden getoond in figuur 7.

		
<p>Kraagafdichting doorvoer systeem</p>	<p>Kneedbare kabeldoorvoer systeem</p>	<p>Kabeldoorvoering met gebruik van kabeldoorvoer blok</p>
		
<p>Gaiter type sokafdichting</p>	<p>Hoge-integriteit doorvoerleiding</p>	<p>Afgedichte kneedbare kabeldoorvoering</p>

**Figuur 7 - Voorbeelden van leiding- en kabeldoorvoeringen**

## 5.6 Dagelijks gebruik van PBB

Tabel 3 geeft een **indicatie** van de soort items die de verschillende PBB systemen kunnen beschermen.

PBB Type	PBB systemen	Beschermd onderdeel																			
		Staalwerk	Gebouwen en Omheiningen	Barrières	Vaten		Vaten-dragers				Ledingen		Dragers van leidingen			Fenozen	Kleppen en Actuators	Aanstuurgelijken			
					Hogedruk	Lagedruk	Zadels	Skirts	Frames	Poten	Hogedruk	Lagedruk	oetsluk	Schoen	Hanger			Stalen frame	Kabels	Pneumatisch en Hydraulisch	
Aangebrachte coatings	Beton																				
	Lightweight Cementitious (LWC)																				
	Opschuimende Epoxy																				
	Sublimerende Epoxy																				
Dry-Fit Systems	Bekladding of panelen van voorgegoten opschuimende epoxy materiaal																				
	Koolstof/RVS omhulsel met interne isolatie van Man Made Mineral Fibre (MMMF)																				
	Structurele GRP composietepanelen met interne isolatie zoals fenolachtige hars																				
	Flexibele jacket systemen																				
	Gepatenteerde structurele systemen van staal en LWC materiaal (bv. Durasteel)	Alleen wanneer deze als beschermingsbarrière d.m.v. afscherming wordt gebruikt																			
	Stalen gaasconstructie alleen voor thermische stralingsafscherming	Alleen wanneer deze als beschermingsbarrière d.m.v. stralingsafscherming wordt gebruikt																			
	Inwendige scheidingen in gebouwen van vlambestendige en isolerende materialen	Niet geschikt																			
Niet-aangebrachte duplex systemen	Synthetische fenolachtige materialen + GRP (of FRP) beschermende buitenlaag																				
	Synthetische thermische isolatie van epoxy + opschuimende epoxy-coating buitenlaag																				
	Minerale-/steenwoldeken van AES + opschuimende epoxy-coating buitenlaag																				
	Minerale-/steenwoldeken van AES + buitenlaag van LWC of beton																				
	Cellulair glas (glasvezelmateriaal) + opschuimende epoxy-coating buitenlaag																				
Leding- en kabel-doorvoeringen	Gecertificeerde (Gaiter Type) sokafdring (bv. Bestobell)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Gecertificeerde kneedbare afdring (bv. Rise)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Gecertificeerde kraagafdrings (e.g. Roxtec)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Andere getest ontwerpen die op maat worden gemaakt	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Andere niet- getest ontwerpen die op maat worden gemaakt	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Kabeldoorvoeringen	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
Andere barrière doorvoeringen	Deuren (branddeuren, brand- en explosiedeuren enz.)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Kanaal-doorvoeringen (inclusief korte stukken die dempers ondersteunen enz.)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
	Ducts (including short sections which support dampers)	Alleen gebruikt als doorvoering in barrière																			
Overige doorvoeringen	Metselwerk of blokwerk	Alleen wanneer deze als beschermingsbarrière d.m.v. afscherming wordt gebruikt																			
	Aarden wallen	Alleen wanneer deze als beschermingsbarrière d.m.v. afscherming wordt gebruikt																			

	Goed mits correct gedetailleerd
	Kan worden, of werd, gebruikt maar heeft niet de voorkeur
	Niet aanbevelen
	Niet van toepassing of onwaarschijnlijk dat het wordt gebruikt

Tabel 3 – Typisch gebruik van PBB systemen

## 6 PBB prestaties definiëren

### 6.1 Het belang van een geschiktheidsanalyse

Bij een geschiktheidsanalyse is het van essentieel belang om te begrijpen hoe de prestaties van PBB-systemen kunnen worden aangetoond. Dit is om ervoor te zorgen dat een PBB-materiaal of -systeem fundamenteel geschikt is - ongeacht in welke staat deze verkeert - om de brandgevaarlijke situaties te verminderen waaraan het zal worden blootgesteld. ***Dit is niet altijd het geval***, vooral niet bij oudere inrichtingen.

De geschiktheidsanalyse moet gebaseerd zijn op het verkrijgen specificaties die duidelijk beschrijven hoe de PBB moet presteren, en vervolgens onderzoek verrichten naar het bewijsmateriaal (dat vaak door de leveranciers van PBB-systemen wordt geleverd) waarmee is aangetoond dat deze aan de prestatiespecificaties voldoet.

De vereiste prestaties hebben niet slechts betrekking op het functioneren bij een brand, maar ook op andere factoren die van invloed kunnen zijn op de selectie van een PBB, zoals omgevingsfactoren, procesomstandigheden, operationele vereisten of gevaren zoals ontploffingen. Er zullen veel problemen ontstaan wanneer het PBB-systeem fundamenteel ongeschikt is voor de aanwezige brandrisico's of wanneer andere factoren die leiden tot beschadiging van het systeem niet worden onderkend.

### 6.2 Factoren die bepalen hoe PBB tijdens een brand moet presteren

De risicoanalyse, brandrisicoanalyse en alle andere onderzoeken met betrekking tot een inrichting bepalen het brandgevaar waartegen beschermd moet worden, de onderdelen die moeten worden beschermd, en de benodigde duur van bescherming om de risico's voor de menselijke gezondheid en het milieu te beheersen. De essentiële gegevens die moeten worden gecommuniceerd, zijn:

- Het type brand (zie 3.2);
- De installatie of omgeving die moet worden beschermd (zie 4.1);
- De faalconditie die moeten worden voorkomen (zie 4.3);
- De tijd die PBB nodig heeft ter voorkoming van deze faalconditie (zie 4.1).

Deze gegevens kunnen worden ontwikkeld met behulp van voorgeschreven leidraden waarin alle belangrijke parameters worden geïdentificeerd via praktijkcodes, standaarden of richtlijnen die bij de inrichting in gebruik zijn om het niveau van brandbeveiliging op de vestiging te bepalen. Het kan ook via een proces waarin de exploitant deze parameters voor de inrichting bepaalt door middel van analyse en beoordeling.

Ongeacht de onderzoeksmethodes voor het beschikbaar stellen van deze informatie, zijn dit de belangrijkste gegevens die vervolgens moeten worden vergeleken met de productinformatie betreffende systeemprestaties om de werkelijke geschiktheid te bepalen.

Het aantonen dat aan de PBB prestatie-eisen wordt voldaan, kan op basis van typegoedkeuring, certificering, testen, ervaring of analyse. Ongeacht de methode, er moet worden bewezen dat de prestaties van het PBB-systeem aan de vereiste criteria voldoen, of deze overtreffen.

### 6.3 Prestaties beschrijven en communiceren

De prestaties van PBB (alleen in termen van brandwerend vermogen), is de tijdsduur (in minuten) waarin PBB de bouwwerk of apparatuur beschermt vóór het eerste kritieke faalmoment van toepassing wordt. Dit vereiste PBB-prestatie wordt aangegeven middels een brandrisicoanalyse.

Het is een veel voorkomend misverstand dat PBB wordt aangehaald in termen van A60 of H120 of J15, enz. Het aannemen van deze eenvoudige benaming is niet juist en resulteert vaak in over- of ondergeschikte PBB-systemen, ongeacht de conditie waarin deze verkeert.

De vereiste prestaties die een PBB-systeem moet leveren, zijn afhankelijk van het type onderdeel dat wordt beschermd, omdat dit de faalmodus bepaalt waartegen wordt beschermd. Hieronder volgt de juiste beschrijving voor brandwerende prestaties voor structuren, apparatuur en installaties op Brzo-bedrijven.

### 6.3.1 Brandklassering voor barrières, brandafscherming en scheidingswanden

Barrières met PBB-systemen zouden drie beschermingscriteria moeten leveren gedurende een voorgeschreven periode van blootstelling aan hitte:

- Stabiliteit (R): de structuur behoudt zijn draagvermogen gedurende de periode van blootstelling aan brand
- Integriteit (E): partities voorkomen de verspreiding van vuur en rookgas gedurende de periode van blootstelling aan brand
- Isolatie (I): de niet-vuurbelaste zijde van partities wordt niet warmer dan een bepaald niveau gedurende de blootstellingstijd aan brand.

De criteria moeten worden vastgesteld voor cellulosebranden, koolwaterstof- of fakkelbranden en worden opgenomen als R/E/I.

Brandwerend vermogen van verschillende soorten brandverdelers en brandpartities (wanden, plafonds, vloeren, dekken, schotten, enz.) moeten worden gebaseerd op standaardwaarden zoals vermeld in tabel 4.

Brand Klasse	Brand Type	Stabiliteit (minuten)	Integriteit (minuten)	Isolatie Eigenschappen		
				Duur (minuten)	Koude Kant Gemiddeld Temp. (°C)	Koude Kant Max Temp op een punt (°C)
B0	CF(1)	0	30	0	None	None
B15	CF(1)	0	30	15	140	225
B30	CF(1)	0	30	30	140	225
A0	CF(1)	60	60	0	None	None
A30	CF(1)	60	60	30	140	180
A60	CF(1)	60	60	60	140	180
H0	HF(2)	120	120	0	None	None
H60	HF(2)	120	120	60	140	180
H120	HF(2)	120	120	120	140	180
J0 (4)	JF(3)	120	120	0	None	None
J15 (4)	JF(3)	120	120	15	140	180
J60 (4)	JF(3)	120	120	60	140	180

#### Referenties:

(1) – Cellulosebrand curve volgens BS / IMO / ISO / SOLAS

(2) – Koolwaterstofbrand curve volgens NPD

(3) – Jet fire / fakkelbrand curve volgens SINTEF

(4) - De klasse J is geen standaardbrandklasse. J-klasse partities behouden de H-120 eigenschap na blootstelling aan de eerste fakkelbrand gedurende een periode gelijk aan 120 minuten minus de tijd van de gespecificeerde fakkelbrand.

**Tabel 4: Brandklassering van standaard brandpartities en verdelers**



### 6.3.2 Brandklassering van doorvoeringen

Doorvoeringen via brandveiligheidsbarrières zoals firewalls, omheiningen, gebouwen, enz. zouden een niveau van brandwerend vermogen moeten bieden dat minstens gelijk is aan die van de barrière waardoor ze passeren. Daarom zouden hun integriteits- en isolatievereisten beschreven moeten zijn. Dit is van toepassing op leiding penetratie, kabel penetratie, kabels en stuurlijnen die zich bevinden in leidingen en luchtkanalen, deuren, ramen en kanalen. Als deze doorvoeringen niet voldoen aan het vereiste brandveilig niveau van de barrière, is dit een anomalie en is de barrière-classificatie ongeldig. De doorvoer kan op dezelfde manier als de barrière worden gespecificeerd.

### 6.3.3 Brandklassering van Structuren, Apparatuur en Installaties

De brandklasse van PBB die wordt toegepast op structuren, apparatuur en installaties wordt bepaald door:

- De kritieke materiaalt temperatuur (T);
- Het meest krachtige type vuur waartegen het item bestand is gemaakt (XF);
- De tijdsperiode waarbinnen het item de kritieke temperatuur niet mag overschrijden (soms de Critical Core Temperature (CCT) genoemd), of zijn integriteit, stabiliteit of functionaliteit verliezen (t).

De brandbestendigheid kan worden geschreven als **T / XF / t**, met "T" als kritieke temperatuur, "XF" als type brand of brandcurve, en "t" als specifieke tijdsperiode (bijv. 400 / JF / 60, 200 / CF / 60 enz.).

## 6.4 Andere factoren die PBB prestaties beïnvloeden

Er zijn een aantal andere factoren, naast brand, die de prestaties van een PBB-systeem negatief kunnen beïnvloeden, zowel tijdens normaal gebruik als tijdens een zwaar ongeval scenario. Deze factoren kunnen schade veroorzaken aan het PBB-materiaal of -systeem met als gevolg dat de prestatie tijdens een brand afnemen. Bij een analyse of een geïnstalleerd PBB-systeem voor de taak geschikt is, moet worden vastgesteld of deze factoren aanwezig zijn en, zo ja, of er is aangetoond dat het PBB-systeem er niet door wordt beïnvloed. Deze beoordeling kan plaatsvinden op grond van ervaring, proefdraaien door operators, of met testresultaten van de PBB-systeem leverancier.

Tabel 5 bevat zowel belangrijke factoren die impact kunnen hebben op PBB-prestaties als relevante overwegingen inzake geschiktheidsanalyses. Relevante test standaarden zijn opgenomen in Tabel 6:

Factor	Examples	Notes
Andere vereisten voor brandgedrag	Verspreiding van vlammen, rookontwikkeling en de productie van giftige gassen.	Aanbaar met standaardtests en gegevens van fabrikanten. Standaarden zijn beschikbaar.
Bestendigheid tegen zware ongevallenscenario's	Explosiebestendigheid	De prestaties kunnen worden aangetoond door een test (er is op dit moment geen standaard testnorm beschikbaar, maar deze wordt wel ontwikkeld).
	Impactbestendigheid	De prestaties kunnen worden aangetoond door een test (er is geen standaard testnorm beschikbaar).
	Bestand tegen koud lekken	Kan door testen worden aangetoond. Standaarden zijn beschikbaar voor het testen

		van PBB-systemen en LNG lekkage betreffende onderdompeling, spray en verdamping.
Onbedoelde neveneffecten van brandbestrijding	Veroorzaakt door snelle koelingseffecten tijdens emergency drukontlasting	Lage temperatuurprestaties kunnen worden aangetoond door een test. Er is geen standaardtest beschikbaar.
	Waterbaan	Er is een standaard bluswatertest beschikbaar voor omstandigheden waarbij PBB kan worden blootgesteld aan brandbestrijdingsactiviteiten. Er zijn ook standaarden voor items zoals houten deuren of brandblussen in gebouwen.
	Blussen in drukvat met stoom	Brengt hoge temperaturen in de behuizing van het vat.
Procesomstandigheden (voor procesartikelen)	Temperatuurbereik van beschermd item.	Lage temperaturen kunnen verbrossing veroorzaken. Hoge temperaturen kunnen ertoe leiden dat materialen uitzetten of vroegtijdig verouderen.
Mechanische belasting	Thermische uitzetting, trillingen, buiging van het substraat, impact. Kan worden veroorzaakt onder operationele omstandigheden maar ook vanwege fabricage en installatie.	Leidt tot spanning geïnduceerde schade die te wijten kan zijn aan hoge spanningen niveaus of hoge cyclus persen. Standaard ASTM-tests kunnen deze parameters categoriseren.
Omgevingsvariabelen	Externe temperatuurbereik in de omgeving, luchtvochtigheid, zoutgehalte en omgevingen waarin deze omstandigheden van nature voorkomen	Kan leiden tot vroegtijdige veroudering en schade aan de systemen. Er zijn standaardtests beschikbaar die hoofdzakelijk worden gebruikt voor coatings.
	Aanwezigheid van luchtverontreinigende stoffen zoals zure gassen (stikstofoxiden (NOx) en zwaveloxiden (SOx)), enz.	De systeemprestaties kunnen door deze omgevingen worden beschadigd, maar de prestaties kunnen met behulp van tests worden aangetoond.
	Directe blootstelling aan lekkages van chemicaliën zoals zuren, basen, zouten, oplosmiddelen	De systeemprestaties kunnen door deze omgevingen worden beschadigd, maar de prestaties kunnen met behulp van tests worden aangetoond.
Materiaal compatibiliteit	Correct gebruik van primers, coatings en andere componenten zowel op het beschermde artikel als met elkaar.	Prestaties en compatibiliteit moeten worden aangetoond met betrekking tot het gehele systeem, niet alleen op afzonderlijke componenten.
	Anticorrosie	Onjuiste materiaalkeuzes kunnen chemische reactie met substraat veroorzaken
Inspectie en onderhoud	Toegangsvereisten tot systemen ten behoeve van verwijdering voor inspectie en onderhoud.	Als dit niet goed is geregeld, dan worden PBB-systemen mogelijk incorrect teruggezet of helemaal niet verwijderd. Kan leiden tot CUI.
Locatie	Omgevingen in de buurt van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voertuigbewegingen</li> <li>• Hijskraan werkzaamheden</li> <li>• Toegangsroutes voor personeel</li> <li>• Onderdelen die regulier onderhoud vereisen</li> </ul>	De geselecteerde PBB-systemen moeten bestand zijn tegen laadbelastingen en ongevalschade die onder normale werkomstandigheden deze systemen kunnen beschadigen.

**Table 5: Factoren - anders dan brand - die impact kunnen hebben op PBB-prestaties**

Kleinschalige of versnelde nabootsing van echte gebeurtenissen vormen doorgaans de test voor brandgevaar en andere risico's. De testmethoden zijn ontwikkeld om de gevolgen van een gebeurtenis, en de bestrijdingshandelingen – zoals bij echte gebeurtenissen zich kunnen voordoen – toe te passen op geïdealiseerde testexemplaren waarvan de eigenschappen en functies vergelijkbaar zijn met die van echte systemen. Naast een demonstratie van weerstandsprestaties, worden deze methodes ook standaard gebruikt om verschillende systemen met elkaar te vergelijken.

Hoewel een testomgeving de mogelijkheid niet biedt om werkelijke situaties te nabootsen, het is essentieel dat de gebruikte testmethodes de werkelijke omstandigheden zo reëel mogelijk vertegenwoordigen, zoals bij echte gebeurtenissen. Het verkeerd toepassen van de testmethodes kan negatieve gevolgen hebben bij een echte gebeurtenis.

## 6.5 Prestaties aantonen

PBB-systemen kunnen degraderen als gevolg van blootstelling aan diverse soorten brandrisico's en niet-brandrisico's. Onderstaand stappenplan (figuur 8) kan worden gebruikt om te verifiëren dat een PBB-systeem correct is gekozen en geïnstalleerd. Die informatie wordt niet verkeerd geïnterpreteerd of toegepast wanneer men de fasen in dit proces goed begrijpt.



**Figuur 8 - Het proces om te bepalen of een PBB-systeem fundamenteel geschikt is**

De prestaties van een PBB-systeem kunnen worden aangetoond op verschillende manieren. In de volgende secties worden deze verder beschreven. Zij hebben met elkaar gemeen dat er een certificeringsproces is waarbij een derde partij de prestaties van het PBB-systeem goedkeurt.

### 6.5.1 De belangrijkste organisaties bij het aantonen van PBB prestaties

Er zijn verschillende belangrijke organisaties betrokken bij het demonstratieproces:

- **Certificatie-instellingen** - Bijvoorbeeld: Underwriters Laboratories (UL), ABS, DNV, Lloyds Register, Bureau Veritas, BAM, Warrington Fire, enz. Deze organisaties leveren bewijs van de prestaties van PBB onder een reeks van operationele omstandigheden. Dit doen zij door middel van onafhankelijke evaluaties van testresultaten en prestatieanalyses. Zij geven

goedkeuring betreffende de scope waarvoor de PBB-systemen geschikt zijn.

- **Standaardisatieorganisaties** - Bijvoorbeeld: ISO, UL, ASTM, NFPA, API, BS, enz. De standaardisatieorganisaties, die nationaal of internationaal kunnen zijn, identificeren risico- en omgevingskenmerken waaraan een PBB-systeem kan worden onderworpen. Zij ontwikkelen geschikte testmethoden en normen waartegen een PBB-systemen zou moeten worden getest om hun prestaties aan te tonen.
- **Onderzoeksorganisaties** - Bijvoorbeeld: Warrington Fire, Exova, TNO, DNVGL, BAM, UL. Deze organisaties testen PBB-systemen aan de hand van verschillende ontwikkelde standaarden en testmethoden, en rapporteren over hun resultaten. Deze laboratoria moeten zelf geaccrediteerd zijn om de testen uit te voeren.
- **Fabrikanten / leveranciers** - Meerdere bedrijven. Fabrikanten en leveranciers bieden hun stoffen en systemen aan de certificatie-instellingen om deze te laten toetsen aan de prevalerende normen. Dit is om goedkeuring en accreditatie te verkrijgen voor hun systeem als zijnde geschikt voor de omstandigheden waarvoor ze zijn goedgekeurd en geaccrediteerd. Leveranciers van PBB-systemen kunnen op maat gemaakte systemen ontwerpen door componenten van verschillende fabrikanten samen te voegen in een systeem, en deze vervolgens te laten testen.
- **Vestigingseigenaren** - Meerdere bedrijven. De vestigingseigenaars zijn verantwoordelijk, hetzij rechtstreeks, hetzij via onderaannemers, voor de aanschaf van een PBB-systeem waarvoor is aangetoond dat het geschikt is voor de operationele omstandigheden waaronder deze wordt onderworpen, evenals de route die moet worden gevolgd om de prestaties van het PBB-systeem aan te tonen.

Deze organisaties werken op allerlei manieren samen om - via alternatieve routes - de prestaties van een PBB-systeem aan te tonen. Het is van essentieel belang om deze routes te begrijpen om er zeker van te zijn dat een PBB-systeem een voldoende strenge beproeving heeft ondergaan en dat het op de juiste wijze wordt ingezet in relatie tot de gevaren bij een inrichting.

### 6.5.2 Processen betreffende het demonstreren van prestaties

De volgende processen worden meestal gebruikt om de prestaties aan te tonen. De gekozen proceskeuze kan een vereiste zijn op grond van regelgeving, bedrijfsvoorkeur of projectvoorkeur.

#### Typegoedkeuring

Er wordt een goedkeuring verleend aan een product dat voldoet aan een minimum aantal wettelijke-, technische- en veiligheidseisen. Certificeringsinstanties bieden typegoedkeuringen aan. In een typegoedkeuring proces zijn producten type-goedgekeurd tegen de vereisten van een overeengekomen norm of reeks van normen. Normen kunnen nationaal zijn (bijvoorbeeld, vereisten voor vlaggenbeheer van instanties zoals de Britse MCA en Transport Canada); internationaal (bijv. ISO-normen) of enige andere specifieke eis (bijvoorbeeld, de eigen regels van de certificeringsautoriteiten). De tests worden uitgevoerd - en de resultaten geëvalueerd - met behulp van een overeengekomen proces voor gegevensanalyse.

Een typegoedkeuring proces bevat een lopende (vaak jaarlijkse) audit van het productieproces, voortdurende herhaalverificatie van producten en een vereiste om o.a. productwijzigingen aan te geven. Een herziening van testmethodes in het typegoedkeuring proces kan een verplichting opleveren tot opnieuw testen en valideren.

Het certificaatnummer wordt verstrekt en er kan een goedkeuringskenmerk worden getoond. Daaruit blijkt dat het geteste reeks van producten aan de geschiktheidsnormen voldoen. Zij worden vermeld in de certificeringsinstanties lijst van type-goedgekeurde producten, samen met het

toepassingsSCOOP. Producten kunnen met elkaar op eenzelfde wijze worden vergeleken vanwege het uniforme testproces.

### **Certificering**

Certificering (of specificatietests) van producten is vergelijkbaar met typegoedkeuring van producten. Maar het belangrijkste verschil is dat het uitgegeven certificaat niet van toepassing is op een reeks normen, maar normaal gesproken op slechts één (bijv. plasbrandbestendigheid). PBB-systeemcertificering is het proces van certificeren dat een systeem geslaagd is voor een prestatietest en voldoet aan de kwalificatiecriteria die zijn vastgelegd in contracten, voorschriften of specificaties. Verschillende certificaten kunnen als een certificatieschema worden gegroepeerd.

Met het certificatie proces worden tests opnieuw uitgevoerd onder toezicht van de certificatie-instelling. Er wordt een certificaat uitgegeven dat de testopstelling bevestigt, met de parameters waarbinnen het certificaat geldig is. Vaak heeft een uitgegeven certificaat een aantal bijlagen - waaronder tekeningen en technische details - die de testconfiguratie bevestigen.

Certificatie-instellingen verschillen in de manier waarop zij gegevens uit de uitgevoerde tests beoordelen en interpreteren. Dit betekent dat het toepassingsbereik van een systeem kan verschillen tussen verschillende certificeringsinstanties. De dikte van PBB die nodig is om een brandbestendighedsreactie te produceren, kan bijvoorbeeld verschillend zijn voor verschillende certificatie-instellingen, ook al is de test hetzelfde. Projecten, eigenaren en regelgevende instanties kunnen de goedkeuring van een bepaalde certificatie-instelling vereisen. Dit betekent dat fabrikanten ernaar streven certificeringen te verkrijgen van een reeks verschillende certificeringsinstanties, omdat dit een breder gebruik van hun producten mogelijk maakt.

### **Certificering door ontwerpverificatie/ontwerpanalyse**

Wanneer de configuratie van een testspecimen afwijkt van de standaard opstelling van het testspecimen in een standaardtest, kan goedkeuring nog steeds worden verleend door een certificatie-instelling. In dit geval, na getuigenis van de certificatie instelling, is het certificaat specifiek opgesteld zodat het alleen van toepassing is op die specifieke geteste specimenconfiguratie.

Een certificaat kan ook worden verleend na een analyse van de configuratiegegevens, zonder te worden getest. Dit kan het geval zijn als er onvoldoende verschil zit tussen de configuraties, of wanneer ontwerpberekeningen de geschiktheid aantoont.

Acceptatie van dergelijke afwijkingen wordt sneller bereikt mits de oorspronkelijke tests grondig, uitgebreid en goed gerapporteerd zijn.

### **Goedkeuring van ad-hoc test plus getuigenverklaring**

De prestaties van een niet-standard testmonster kunnen aangetoond met een niet-standaard test plus getuigenverklaring. Deze opstelling wordt vaak gebruikt om de systeemprestaties aan te tonen voor een bepaalde omstandigheid of risico. Als het project of de eigenaar bereid is deze test te accepteren om prestatie aan te tonen, kan deze worden gebruikt. Deze aanpak valt echter buiten het certificeringsproces en heeft een beperkte toepasbaarheid.

## **6.5.3 Teststandaarden**

Er zijn vele teststandaarden met betrekking tot een reeks componenten die worden getroffen door brand. Een volledige uitwerking hiervan is buiten de SCOOP van dit document en voegt overigens niets aan toe. Een leidraad betreffende alle tests, beoordelingen en certificering van PBB-systemen wordt

ontwikkeld door PFPNet (“The PFPNet Testing, Assessment and Certification Document – January 2019”).

Tabel 6 bevat een aantal van de belangrijkste teststandaarden die doorgaans voor PBB-systemen worden gebruikt.

Factoren	Voorbeelden
Brandwerend test	UL 263, Fire Tests of Building Construction and Materials.
	ISO 834-10:2014 Fire resistance tests -- Elements of building construction -- Part 10: Specific requirements to determine the contribution of applied fire protection materials to structural steel elements.
	BS 476-20 Fire tests on building materials and structures. Method for determination of the fire resistance of elements of construction (general principles).
	BS 476-21 Fire resistance for loadbearing elements
	ISO 834-1:1999 Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements.
	UL 1709 Standard for Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel. 5th Edition. February 2017
	BAM TRB 801 - Technical Regulations for Pressure Vessels. Pressure Vessels for non-corrosive gases and gas mixtures.
	ISO 22899-1 Determination of the resistance to jet fires of passive fire protection materials - Part 1: General requirements.
	ISO 22899-2 Determination of the resistance to jet fires of passive fire protection - Part 2: Guidance on classification and implementation methods.
	Fire test procedures for divisional elements that are typically used in oil, gas and petrochemical industries -- Part 1: General requirements - ISO 20902-1:2018.
	NFPA 250 Standard for Testing of Passive Protection Materials for use on LP-Gas Containers
Verspreiding van vlammen, rook en giftige gassen	ISO 834-1:1999 Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements.
Bestand tegen koud lekken	ISO 20088-1:2016 (en) Determination of the resistance to cryogenic spillage of insulation materials -- Part 1: Liquid phase
	ISO/CD 20088-2 Determination of the resistance to cryogenic spillage of insulation materials -- Part 2: Vapor phase
	ISO/FDIS 20088-3 Determination of the resistance to cryogenic spillage of insulation materials -- Part 3: Jet release
Waterslag	NFPA 58 Liquefied Petroleum Gas Code Annex H
Omgevingscondities	UL 1709 Standard for Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel. 5th Edition February 2017
	NORSOK STANDARD M-501 Edition 6 (2012). Surface preparation and protective coating.
	UL 2431 Ed. 2 (2014) Safety for Durability of Fire Resistive Coatings and Materials

**Tabel 6: Enkele Teststandaarden betreffende demonstraties van PBB systeemprestaties**

## 6.6 Evalueren of een PBB-systeem correct is geïmplementeerd

Inzicht verkrijgen in dit proces, en de gebruikte tests, is belangrijk bij het evalueren of een geïnstalleerd PBB-systeem op de juiste wijze kan presteren ten opzichte van de omstandigheden waarvoor het bedoeld is. Een zorgvuldige analyse van certificaten of geverifieerde testrapporten zorgt ervoor dat onderstaande ESSENTIELE punten in aanmerking worden genomen:

1. Ervoor zorgen dat het PBB-systeem onder de juiste omstandigheden is getest met betrekking tot brand en andere aanwezige risico's op de vestiging. Dit zou kunnen voorkomen dat bijvoorbeeld:
  - Een PBB-systeem dat met gebruik van een fornuisbrand wordt getest om een plasbrand te vertegenwoordigen, wordt gebruikt voor bescherming tegen een hoge-impuls fakkelbrand;
  - Een materiaal met een bewezen prestatieduur van twee uur wordt gebruikt terwijl het gevaar 4 uur duurt;
  - Een systeem met een celluloseklasse wordt gebruikt als bescherming tegen metaalbranden;
  - Een PBB-systeem in een mariene/zoutachtige omgeving opereert dat niet is onderworpen aan testen in een mariene omgeving.
2. Ervoor zorgen dat het geïnstalleerde PBB-systeem dezelfde configuratie heeft als het geteste systeem en dat het onder het bereik van het certificaat valt. Dit zal:
  - Voorkomen dat een systeem wordt gebruikt dat een niet-geteste ontwerpeigenschap bevat. Die kan namelijk voortijdig uitvallen;
  - Ervoor zorgen dat rekening wordt gehouden met dimensionale parameters.
3. Begrijpen of de teststandaard van het certificaat verkeerd wordt toegepast. Voorbeelden hiervan zijn:
  - PBB-systemen ter bescherming van kleppen of drukvaten die wellicht werden geëvalueerd met behulp van een teststandaard die van toepassing is op het testen van coatings op constructiestaal;
  - "Brandveilige" kleppen die waren getest met een cellulosebrand voor 30 minuten terwijl ze worden ingezet in gebieden met hoge-temperatuur fakkelbranden.

## 7 Schade aan PBB-systemen

### 7.1.1 Oorzaken van schade

De PBB-systemen die in hoofdstuk 5 zijn beschreven, kunnen na verloop van tijd om verschillende redenen beschadigd raken. Deze schade kan de brandwerendheid van de PBB verminderen en kan er ook toe leiden dat de PBB een risico vormt voor de integriteit van het onderdeel dat wordt beschermd. Een geschiktheidsanalyse van een PBB-systeem wordt beter beoordeeld wanneer men inzicht heeft in de typische soorten schade die kunnen optreden en de gevolgen daarvan. Dit biedt op zijn buurt meer zekerheid dat een systeem nog steeds het gespecificeerde brandwerend prestatie levert.

Een aantal oorzaken van beschadigingen of verminderde prestaties in oudere PBB-systemen:

- Incorrecte specificaties voor de locatie waar het systeem is ingezet. Het is daardoor niet geschikt voor alle aanwezige factoren.
- Het systeem is niet correct geïnstalleerd, zoals aangegeven door de fabrikant.
- Defecten treden op als gevolg van “algemene praktijken” die inconsistent zijn met de systeem detaillering.
- Normale slijtage over tijd en/of vanwege omgevingsfactoren
- Fysieke beschadiging gedurende operationele inzet.
- Na verwijdering van het systeem wordt deze niet teruggezet of op verkeerde wijze teruggezet.
- Het systeem is verkeerd gerepareerd. De herstelwerkzaamheden zorgen voor zwakheden.
- Het systeem wordt niet onderhouden conform specificaties van de fabrikant.

Ongeacht de oorzaak, de volgende paragrafen beschrijven de schadetypes die doorgaans worden aangetroffen in PBB-systemen op Brzo-bedrijven, en hoe bovengenoemde factoren de schade kan beïnvloeden.

### 7.2 Dicht beton

Dicht beton is veelvuldig in gebruik bij on-shore bedrijven omdat het relatief goedkoop en duurzaam is. Het aanbrengen is geen specialistenwerk maar de compositie moet wel degelijk zijn. Indien beton wordt samengesteld zonder voldoende oog voor zijn brandwerende rol, kan dat aanleiding geven tot verkrumeling (of “spalling”) bij een brand. Opkomende druk als gevolg van oververhitting moet via het beton kunnen afvloeien om explosieve verkrumeling te voorkomen. Factoren die bepalen of beton verkrumelt, zijn: de kwaliteit en densiteit van het beton, het type aggregaat, de vochtgehalte, en de snelheid van de opwarming plus grootte van het opgewarmde gebied. Het type beton moet geschikt zijn voor de vereiste brandveiligheid.

Beton is een zeer robuust materiaal maar na een tijd kan deze worden beschadigd door omgevingsvariabelen of per ongeluk. In de meeste gevallen zal hierna water in het beton binnendringen. De consequenties hiervan zijn scheuren, zichtbare corrosie en – afhankelijk van de ernst van de schade en leeftijd van het beton – zullen grote stukken losraken en afbreken. Niet alleen neemt het brandwerende vermogen daarna af, maar het vormt ook een risico van vallende objecten, vooral wanneer de schade zich op grote hoogte bevindt.

Beton is van nature een alkalisch product. Dat zorgt ervoor dat het onderliggende staal tegen corrosie wordt beschermd. Echter, koolzuur in het beton (als gevolg van blootstelling aan water en CO<sub>2</sub>) kan een meer neutrale pH in het beton veroorzaken. Als deze onder pH7 valt, vervalt ook de natuurlijke bescherming van de staal en kan deze eroderen. Corrosie wordt versneld vanwege natuurlijke verontreiniging van de lucht zoals chlorides (vanwege zout in de atmosfeer, zoals langs de kust). In meer agressieve omgevingen zullen chlorides het beton binnendringen en – tenzij voldoende



beschermd – de onderliggende staal eroderen. Dit heeft een negatieve impact op de te beschermen staalwerk of stalen bewapening in het beton.



Foto © MMI Engineering Ltd

**Figuur 9: Voorbeelden van schade aan beton brandbeveiliging**

De hierboven beschreven mechanismen zullen diverse beschadigingen veroorzaken en daarmee de effectiviteit van beton als een PBB-materiaal verminderen. Die type beschadigingen (zie hieronder) kunnen leiden tot integriteitsissues voor draagconstructies:

- Gescheurde of verkrummelende materialen
- Ontbrekend materiaal (deuken, gaten, scherven, etc.)
- Roestvlekken (van bewapening of substraat)
- Losse en afbrokkelende materialen
- Blootgestelde betonbewapening
- Mislukte bewapening

Schade aan het beton kan de stalenbewapening of de stalenconstructie eronder blootleggen. Dit blootgestelde staalwerk verliest zijn kracht tijdens brand. Het is ook redelijk om te verwachten dat het afbrokkelend spalling-effect wordt versterkt door barsten en scheuren, omdat het stalenmateriaal minder weerstand biedt tegen de krachten die optreden tijdens verhitting.

### 7.3 Lightweight cementitious (LWC) PBB

LWC PBB-materialen variëren aanzienlijk van dicht en hard tot lichtgewicht en kruimelig. Er zijn daarom aanzienlijke verschillen in prestaties en kwetsbaarheid over de lange termijn. De primaire component van LWC-producten is Ordinary Portland Cement (OPC). De faalmechanismen in dicht beton zijn eveneens te vinden in LWC. Alle LWC-producten zijn poreus en laten water binnen. Feitelijk is LWC zo ontworpen om te werken met een bepaalde percentage water. Daarom is water datgene die de meeste schade veroorzaakt aan LWC-materiaal.

Vergelijkbaar met dicht beton kunnen kleine krimp-scheuren tijdens het uitharden vormen waardoor water het materiaal kan binnendringen. Scheurtjes worden groter gedurende cycli van nat/droog, vries/dooi, waardoor nog meer water kan binnendringen. De structuur van zachtere LWC-producten kan hierdoor worden beschadigd waardoor het materiaal verkrumelt. De erosie is aan de buitenkant zichtbaar en het materiaal is dusdanig zacht dat het met de hand kan worden afgeveegd. Het verlies aan PBB-dikte vermindert brandwerend vermogen en leidt tot een blootgestelde bewapening. Zacht materiaal en gecorrodeerd gaas betekenen dat de PBB wellicht een ontploffing niet overleeft. Het gevolg daarvan is nog minder brandwerend vermogen.



**Figuur 10 - Beschadigde LWC-PBB** (Foto's © MMI Engineering Ltd)

Omdat LWC-materiaal water absorberend is, kan dit leiden tot corrosie van zowel de bewapening (gaas, latten, pinnen, ringen, enz.) als het onderliggende staal (waardoor CUI-problemen ontstaan). Deze corrosie zet uit en veroorzaakt scheuren. Als gevolg daarvan kan PBB-materiaal loskomen en vallen - waardoor er mogelijk risico van vallende objecten ontstaat. Het gebruik van een geschikt bewapeningssysteem samen met een weerbestedige afdichting of coating kan deze risico verminderen. Hoewel de eventuele afdichting/coating moeten worden onderhouden om langdurige integriteit van de LWC-materialen te waarborgen.

LWC PBB-materialen zijn meestal begrensd met een operationele temperatuur van 50°C. Boven deze temperatuur kan extra isolatie nodig zijn. Schade is wel eens geconstateerd nadat gewijzigde operationeel gebruik heeft geleid tot veranderde operationele omstandigheden waardoor LWC-PBB wordt blootgesteld aan omgevingsfactoren buiten de aanbevolen toleranties.

LWC-PBB met een lage dichtheid kan fysieke schade oplopen tijdens gebruik. Afgebroken stukjes, krassen en gaten kunnen water tot het staalsubstraat toelaten. Dit verlies van materiaal betekent een verlies van dikte en verminderde brandveiligheid. Het belang van dit verlies is afhankelijk van schadeomvang ten opzichte van de grootte en functie van het beschermde component en brandduur.

Sectie 8 bevat enkele details over LWC (en dicht beton) materiaal dat slecht presteert bij een brand.

De locatie van bewapening binnen LWC-materiaal is ook belangrijk. In oudere LWC-systemen werd het gaas dichtbij het substraat geplaatst omdat het materiaal voor plasbranden met een lage verdampingssnelheid ontworpen werd. Echter, voor een jet-fire (met een hoge momentum) moet de gaas in het middelste derde van de materiaaldikte zich bevinden. Tegenwoordig is dit altijd gespecificeerd wanneer de risico komt van een hoge-momentum jet-fire.

De meeste schadescenario's zorgen voor verminderde effectiviteit van LWC als PBB-systeem en dus voor gebrekkig integriteit van de structuren waarop het is aangebracht. Het toestaan van binnendringend water kan resulteren in erosie onder oudere brandbeveiligingsystemen waar de primer is aangetast. Zo'n geval moet als prioriteit worden aangemerkt.

In PBB-systemen met LWC zullen de hierboven beschreven mechanismen de hieronder staande schade veroorzaken:

- Verlies van aflaklaag (beïnvloedt de brandprestaties niet, leidt tot degradatie op lange termijn)
- Roestvlekken (van bewapeningsgaas of substraat)
- Scheuren

- Losse en afbrokkelende (spalling) materialen
- Ontbrekend materiaal (deuken, gaten, scherven , etc.)
- Hol en/of ontbonden materiaal
- Erosie
- Blootgesteld bewapening
- Mislukt bewapening
- Bewapeningsgaas op verkeerde positie ten opzichte van brandrisico
- Doordrenkt en zacht materiaal

#### 7.4 Epoxy (opschuimend & sublimerend) PBB

Schade aan opschuimende epoxy materialen treedt op als gevolg van binnendringend vocht, onjuiste specificaties, slechte toepassing, extreme temperaturen of mechanische schade.

Sommige van de epoxy PBB-materialen kunnen gevoelig zijn voor waterafbraak vanwege kruisverstuiving van het polymeer of vanwege de oplosbaarheid van sommige reactieve grondstoffen. Herhaaldelijk of langdurig verblijf in of onder water (bijv. vanwege slechte afwerking waardoor plassen water ontstaan) kan ertoe leiden dat sommige van de reactieve middelen uit het materiaal lekken, met erosie van het substraat als gevolg.

In een vochtig omgeving wordt doorgaans een aflakkende afdichting gespecificeerd ten behoeve van een waterdicht systeem. Schade aan de toplaag kan gevolgen hebben indien het PBB-systeem onvoldoende in staat is om van het vocht af te komen. Epoxy-materialen kunnen schadelijk worden getroffen door UV licht met zichtbaar verkalking als gevolg. Een effectieve toplaag kan deze UV-schade wel verminderen. Over de korte tot middellange termijn is verkalking niet nadelig voor de brandwerendheid van epoxy opschuimende coating van goede kwaliteit.

Indien water wel binnendringt en corrosie van het substraat wordt veroorzaakt, wordt dit gezien in de vorm van een lekkage van gecorrodeerd product uit het materiaal gepaard met onthechting rond het substraat.



**Figuur 11 – Onthechting van epoxy PBB**

Een ander zichtbaar teken van binnendringend water is de aanwezigheid van zoutafscheiding op het materiaal.



**Figuur 12– Afgescheiden zout op epoxy PBB-materiaal**

Het gebruik van te veel oplosmiddelen tijdens het aanbrengen van een toplaag kan poriën veroorzaken die vervolgens, door capillaire werking, vocht kan toelaten via het materiaal tot op het substraat. Dat maakt externe tekenen van binnendringend vocht moeilijk te traceren.

Hoewel ze over het algemeen robuust en goed gebonden zijn, kunnen de materialen worden beschadigd door impact (botsing, stoten enz.) of ongeautoriseerde modificatie(s). Dit kan de volgende gevolgen hebben: beschadiging van de aflak, afnemend materiaaldikte, aantasting van de integriteit van het gaas, en/of barsten. Dergelijke defecten zijn makkelijk visueel waarneembaar.

Sommige materialen kunnen hard en relatief bros zijn. Bij gebondenheid aan staal kunnen ze barsten bij uitzetting of verplaatsing van die staal. Voorbeelden hiervan zijn structuren die worden verplaatst of gevallen van thermische uitzetting.



**Figuur 13 –Epoxy PBB barst vanwege thermische uitzetting**

De hoogste operationele temperatuur voor de meeste epoxy-PBB-materialen is doorgaans 80°C. Bij langdurig blootstelling boven deze temperatuur zal het brandwerend vermogen afnemen. Bij 80°C kan een dergelijke geleidelijke afname niet goed zichtbaar worden waargenomen. Maar bij hogere temperaturen (boven ongeveer 120°C) ziet men wel wat verkleuring of afschilfering van het materiaal. Bij oververhitting, bijvoorbeeld tijdens processtoringsen of vanwege aangrenzende lasactiviteiten, kan het materiaal tekenen geven van barsten, blaasvorming of verschroeiing.

Alle organische polymeren hebben de neiging minder flexibel en brosser te worden wanneer de temperatuur onder de 0°C daalt. Onder die temperatuur kunnen scheurtjes en onthechting optreden die gemakkelijk kunnen worden opgespoord. De lage temperatuurgrens kan aanzienlijk variëren per product- en technologie-type.

Tijdens het aanbrengen, moeten opschuimende epoxy materialen in de juiste verhouding worden gemengd. De gereedschappen moeten conform de voorschriften worden gebruikt en de door de fabrikant vastgestelde omgevingstoleranties nageleefd. Het niet volgen van de richtlijnen kan resulteren in zacht materiaal (dat gemakkelijk losraakt), hogere porositeitsniveaus (met vochtname en bijbehorende problemen tot gevolg), en uiteindelijk falend brandwerend vermogen tijdens een brand.

Tijdens het aanbrengen, is het lastig om de laagdikte goed te regelen. Een te lage dikte kan het gevolg zijn van slechte afwerking. Wanneer het materiaal met bewapeningsgaas is aangebracht, moet het gaas volledig in het materiaal zijn ingekapseld met geschikte overlapping waar aangegeven. De PBB-functionaliteit kan van deze bewapening afhankelijk zijn, vooral in het geval van jet-fires. Randafwerking vereist speciale aandacht. Slechte afwerking kan leiden tot corrosie aan de randen en disfunctioneren van de bewapening tijdens een jet-fire. Zulke schade kan visueel worden waargenomen.



**Figuur 14 – Slecht randafwerking met PBB**

Wanneer meerdere lagen bewapening elkaar overlappen (in een hoek bijvoorbeeld) kan dit een zwakke schakel vormen in het PBB-materiaal. Het kan resulteren in een lage bindingssterkte wanneer er te weinig epoxy aanwezig is om een homogeen materiaal te produceren. Onvoldoende laagdikte vergemakkelijkt het binnendringen van vocht, wat zich kan manifesteren als een groot gevulde blaas die zich in de holte verzamelt.



**Figuur 15 – Blaren op epoxy PBB-materiaal**

Bovenstaande mechanismen zorgen ervoor dat onderstaande schade wordt waargenomen:

- Verlies van aflaklaag (geen invloed op de brandwerendheid, leidt tot degradatie op de lange termijn)
- UV-verkalking
- Barsten
- Met vloeistof gevulde blaren
- Onthechting
- Scherven, groeven en fysieke schade
- Geactiveerd materiaal
- Lage materiaalhardheid
- Zout afscheiding
- Roestvlekken (van bewapeningsgaas of substraat)
- Lage materiaaldikte, vooral bij randafwerking
- Bewapening niet volledig ingekapseld
- Beschadigde bewapening aan de randen

## 7.5 Prestaties van isolatiemateriaal

Voordat schade aan dry-fit of nat-aangebrachte systemen in het algemeen wordt besproken, dient er eerst te worden begrepen hoe deze isolatiemateriaal kan worden beschadigd.

Gebruikelijke isolatiematerialen in dry-fit systemen zijn:

- Synthetische Fenolachtige thermische isolatie
- Cellulair glas (glasvezel) thermische isolatie
- Handgemaakt mineraalvezel of “Man-Made Mineral Fibre” (MMMMF) thermische isolatie
- Microporeuze en Thin Layer thermische isolatie

**Synthetische Fenolachtige Thermische Isolatie** is gemaakt van niet-reactieve materialen die isolatie bieden door een inherente lage thermische geleidbaarheid.

Het systeem wordt toegepast met een beschermende buitenschil omdat:

- Het materiaal is poreus en vocht absorberend. Dit beïnvloedt het isolatievermogen dusdanig dat de kans op corrosie van het onderliggend substraat wordt vergroot.
- Het fenolachtige materiaal heeft een licht structuur en is kwetsbaar voor mechanische schade. De beschermende buitenschil zorgt voor duurzame werking ervan.
- Langdurig blootstelling aan lucht zorgt voor de afbraak van fenolachtig materiaal. Een externe buitenschil voorkomt deze schade.

De primaire focus op schadebeperking is gericht op de integriteit van de buitenschil en het in stand houden van een afgedichte bedekking.

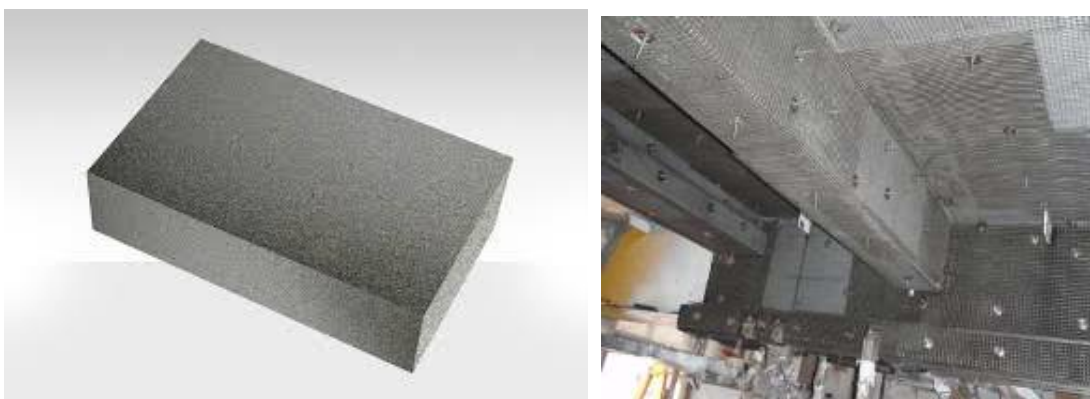
De secundaire focus is om ervoor te zorgen dat het materiaal, bij welke toepassing dan ook, geschikt is voor het beoogde doel. Met name:

- Op locaties waar sprake is van uitzetting of mobiliteit, kan het materiaal barsten. Voorbeelden hiervan zijn structuren in beweging of waar thermische uitzetting kan optreden.
- Toepassingen bij lage temperaturen. Alle organische polymeren hebben de neiging minder flexibel en brosser te worden bij temperaturen onder 0°C. Dit kan leiden tot scheurtjes en onthechting. De temperatuur ondergrens kan per product aanzienlijk verschillen.

Het derde aandachtspunt is gericht op het aanbrengen van het materiaal. Bij het aanbrengen van fenolachtig materiaal is bijzonder aandacht vereist omtrent gereedschappen, primers en omgevingsvariabelen. Het niet volgen van de richtlijnen zal resulteren in zacht materiaal dat gemakkelijk losraakt, bros materiaal, holle ruimtes, degradatie van het substraat, verhoogde porositeit en vocht opname en uiteindelijk falen tijdens een brandscenario. Soortgelijke problemen bestaan net als bij epoxy opschuimende-coatings met betrekking tot laagdikte en randafwerking.

**Cellulair glas (glasvezel) thermische isolatie** wordt aangebracht ten behoeve van thermische procesisolatie of als geavanceerde brandveilige isolatie. Net als synthetische fenolachtige isolatie is dit breekbare materiaal en dient het met andere componenten te worden gecombineerd om een systeem te produceren met voldoende integriteit voor robuuste brandbeveiliging. Glasvezel laat op zich geen vocht binnendringen, al geldt dat niet voor voegen tussen afzonderlijke stukken of panelen.

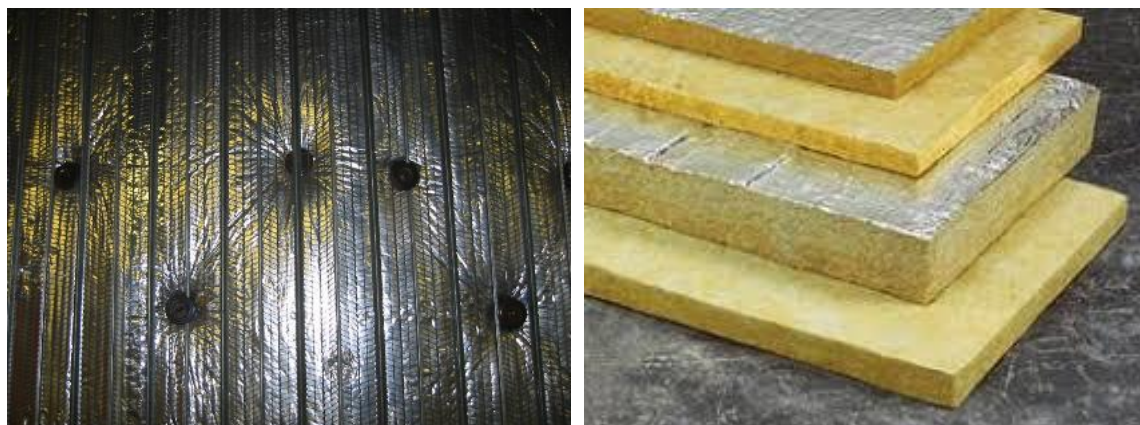
Het breekbare structuur van glasvezel maakt dat deze makkelijk schade oploopt. Samen met tussenvoegen, zorgen barsten voor kanalen waar water kan binnendringen. Dit kan leiden tot een verhoogd risico op "Corrosion Under Insulation" (CUI), "Corrosion Under Fireproofing" (CUF). Tevens leidt het tot corrosie van de mechanische bevestigingen - die de glasvezel vasthoudt - en losraken daarvan.



**Figuur 16 – Glasvezel thermische Isolatie**

**Man-Made Mineral Fiber (MMMF) thermische isolatie** wordt ook aangebracht ten behoeve van thermische procesisolatie of als geavanceerde brandveilige isolatie. Soms wordt het gecombineerd voor isolatie én brandbeveiliging samen. MMMF is makkelijk beschadigd en is niet robuust. Voor de stevigheid als PBB wordt het meestal met andere componenten gebruikt. De meest voorkomende

schade aan het MMMF-systeem is veroorzaakt door vochtopname als gevolg van een breuk in de buitenste beschermlaag, het afdichtingsmechanisme, of schade aan de dampdichte folie/barrière.



**Figuur 17 – Man-Made Mineral Fibre (MMMF) thermische isolatie**

MMMF-materiaal zijn grotendeels water-absorberend vezels. Dit kan:

- Direct impact hebben op additieven die de brandveiligheid levert of verbetert.
- Thermische geleidbaarheid van de isolatie wijzigen.
- Een verhoogd risico op “Corrosion Under Insulation” (CUI) of “Corrosion Under Fireproofing” (CUF) veroorzaken.
- Het bevestigingsmateriaal - die MMMF met het substraat verbindt – eroderen, waardoor deze losraakt.

Andere schade komt relatief vaak voor omdat het isolatiemateriaal inclusief bevestigingssysteem worden verwijderd maar niet terug gezet.

**Microporeuze en Thin Layer thermische isolatie** behoort tot dezelfde categorie als MMMF als het gaat om schedemechanismen. Voor een compleet robuust systeem moet het met andere materialen worden gebruikt om wateropname te voorkomen.

## 7.6 Dry-Fit systemen

Schade aan Dry-Fit PBB-systemen, waardoor de brandwerendheid afneemt en water kan binnendringen, vindt plaats:

- In de buitenste laag.
- In de isolatiematerialen achter de buitenste laag.
- In het bevestigingsmateriaal of draagconstructie die het Dry-Fit systeem als geheel bij elkaar houdt.
- In scharnieren of afdichtingen, c.q. waar delen van het systeem aan elkaar zijn gekoppeld.
- Op het grensvlak tussen een Dry-Fit systeem en een ander systeem, zoals een coating.
- Wanneer componenten worden verwijderd maar niet terug geplaatst.

### 7.6.1 Schade aan de beschermende ommanteling

De type schade aan de buitenste laag van een Dry-Fit systeem wordt bepaald door het type materiaal. In samenvatting:

- Voor schadeanalyses van de ommanteling waarbij aan epoxy-opschuimende of andere polymeer-basis PBB-coating wordt gebruikt, zie de informatie in bovenstaande hoofdstukken



- Impactschade komt het meeste voor bij hard materiaal zoals RVS, gegalvaniseerd staal of een GRP/composiet, waarbij het buitenste laag wordt gepenetreerd of scharnieren breken open. Water kan binnendringen en de brandwerendheid neemt af.
- Buitenste lagen van textiel zijn eveneens vatbaar voor fysieke schade zoals scheuren of gaten op de oppervlakte of rondom ritsluitingen. Ook hier zal water kunnen binnendringen en de brandwerend vermogen wordt minder. Textiel weefsel absorbeert en kan worden vervuild met brandbare vloeistoffen of hydraulische vloeistoffen en is dus een extra brandrisico.



**Figuur 18 – Vervuiling aan de buitenste laag van een Dry-Fit systeem**

#### 7.6.2 Schade aan interne isolatiemateriaal

Interne isolatie in gebruik in Dry-Fit systemen raakt beschadigd indien:

- Deze is drijfvat of raakt doordrenkt (kan ook een CUI worden), zie figuur 21;
- Het wordt vervuild met olie (kan verminderde brandwerend vermogen veroorzaken of brandrisico worden).



**Figuur 19 - Ernstige waterschade aan retentiesysteem van MMMF isolatie**  
(Foto © MMI Engineering Ltd.)

#### 7.6.3 Schade aan bevestiging- of retentiesysteem

Een scala aan bevestigingssystemen kunnen worden gebruikt om Dry-Fit systemen te monteren. Deze montagesystemen zijn intern of extern, afhankelijk van de te beschermen item. Externe

retentiesystemen hebben vergrendelmechanismen, stalen riemen of boutconstructies gemaakt van (meestal) RVS. Een aantal flexibele jacket-systemen gebruiken RVS-veters, banden of riemen.

Het retentiesysteem waarmee de isolatie op zijn plaats wordt gehouden, kan falen waardoor het isolatiemateriaal van de onderliggende substraat losraakt. Dit gebeurt bij:

- Fysieke impactschade
- Corrosieschade (see also Figuur 20).
- Onjuiste installatie (Figuur 21).
- Het niet terugzetten tijdens onderhoudsactiviteiten (Figuur 22).



**Figuur 20 – Corrosie van het retentiesysteem voor Man-Made Mineral Fibre (MMMMF)**



**Figuur 21 – Onjuist geïnstalleerd jacket-type dry-fit systeem (banden als installatie hulpmiddelen) (Foto © MMI Engineering Ltd.)**



**Figuur 22 – Wapeningsgaas retentiesysteem (en isolatie) zijn niet vervangen**

#### 7.6.4 Schade aan scharnier of afdichting

De meeste Dry-Fit systemen zijn uit verschillende componenten gemaakt. Scharnieren verbinden de componenten met elkaar voor een compleet Dry-Fit systeem. Scharnieren kunnen ook worden verwijderd ten behoeve van inspecties van onderliggende gebieden. Water kan binnendringen, of brandwerend vermogen neemt af, bij scharnieren die slecht zijn gemaakt, slecht zijn onderhouden of beschadigd zijn.

Waterdichte en brandwerende scharnieren worden gebruikt in systemen van harde panelen (Figuur 23) evenals zachte jacket-systemen (Figuur 24). In alle gevallen zorgen slecht gemaakte scharnieren voor zwakke punten in het systeem en vereist reparatie/vervanging. Kneadbare of verpakte afdichtingen (“gaskets”) rondom scharnieren in harde systemen zullen degraderen over tijd, vooral wanneer deze vaak worden verwijderd en teruggezet, of raken beschadigd door verbrossing.



**Figuur 23 - Epoxy –opschuimende dry-fit constructie met afgedichte scharnieren**



**Figuur 24 - Open scharnier in jacket-type dry-fit systeem**

*(Foto © MMI Engineering Ltd.)*

#### 7.6.5 Schade aan het grensvlak tussen een Dry-Fit systemen en ander systemen

Dry-Fit systemen kunnen worden gecombineerd met andere systemen zoals coatings of duplex-systemen om – afhankelijk van de beschermingsvereisten - een meer complete bescherming te bieden. De koppelvlak tussen beide kan een zwakke punt worden indien deze onjuist wordt gespecificeerd of onderhouden. De koppeling wordt vaak ontworpen met een kraag, afdichting of overlapping. Schade wordt o.a. veroorzaakt door het ontbreken van bijbehorende componenten, of differentiële uitzetting en inkrimping van scharnieren waardoor deze open gaan.



**Figuur 25 – Slechte afwerking van een koppelvlak (component is niet aanwezig)**

#### 7.6.6 Het niet terugzetten van componenten na verwijdering

Een ontbrekende component bij een Dry-Fit systeem resulteert in afnemende brandwerendheid. Afhankelijk van het brandtype kan falen onmiddellijk optreden. De omissie zorgt ook voor wateropname met verminderde brandbescherming of CUI. Dit probleem gebeurt vaak bij systemen met afneembare inspectiepanelen.



**Figuur 26 - Cladding verwijderd maar niet teruggezet**

### 7.6.7 Samenvatting van gebruikelijke schade bij Dry-Fit systemen

De hierboven beschreven mechanismen zullen resulteren in de hieronder beschreven schade aan PBB-systemen met afnemende brandwerend vermogen tot gevolg:

- Fysieke schade aan de beschermende ommanteling
- Vervuiling van de ommanteling of isolatie
- Scheuren en gaten in textiel
- Doordrenkte isolatiemateriaal
- Mechanische of corrosieve schade aan bevestigingen
- Ontbrekende componenten
- Open koppelvlakken
- Beschadigde of gedegradeerde afdichting

### 7.7 Schade aan Nat-Aangebrachte systemen

Nat-aangebrachte systemen zijn in hoofdstuk 5.3 beschreven. Deze systemen bestaan uit componenten van verschillende materialen en systemen. Schademechanismen zijn per individuele component in de voorgaande paragrafen beschreven. Deze worden visueel opgemerkt als:

- Schade aan de buitenste coating materiaal die de isolatielaag moet beschermen;
- Interne schade aan de isolatielaag die onder de buitenste beschermlaag ligt;
- Interne schade aan het retentiesysteem van de isolatielaag;
- Schade aan het onderliggend beschermd onderdeel.

Schade ligt soms verborgen onder de buitenste laag en is daardoor onzichtbaar.

De schademechanismen voor individuele componenten van een nat-aangebrachte systeem veroorzaken de volgende schade bij PBB-systemen (met als gevolg, verminderde brandveiligheid):

- Interne- en oppervlakte-schade aan de coating (buitenste beschermlaag, zie paragraaf over coatings voor meer details over barsten, delamineren, onthechting enz.)
- Schade aan versteviging- en retentiesystemen
- Waterverzadiging van MMMF isolatiemateriaal
- Blootgestelde scharnieren onder buitenste beschermlaag

## 7.8 Schade aan barrière mechanismen

De veelgebruikte barrièresystemen zijn beschreven in hoofdstuk 5.4. Deze systemen bestaan uit componenten van verschillende materialen en systemen. . Schademechanismen zijn per individuele component in de voorgaande paragrafen beschreven. Schade is doorgaans:

- Schade aan de integriteit van enig stalen barrière met als gevolg een vermindering in brandveilig vermogen wegens een te grote belasting van thermische uitzetting, of; blootstelling van de interne isolatie aan direct vlamcontact of vocht (Figuur 27).
- Schade als gevolg van een opening in een barrière die rook- en lekdicht moet zijn (Figuur 28).
- Schade aan een externe coating- of bekledingsstelsel dat isolatie of structurele integriteit moet bieden. Zulke schade is in bovenliggende paragrafen beschreven.
- Waterschade aan poreuze isolatiemateriaal in een barrière.
- Schade aan het bevestigingsmateriaal dat isolatie in direct contact met een barrière houdt. Krachtverlies brengt met zich mee dat, bij een brand, zij verhoogde laadspanning en of doorbuiging niet kunnen weerstaan.
- Schade aan de componenten die een barrière verbindt met een structuur. Deze componenten kunnen zeer zware condities van laadspanning of doorbuiging ondervinden. Integriteitsverlies brengt met zich mee dat deze kunnen falen met doorbraak of instorting van de barrière tot gevolg (Figuur 29).



**Figuur 27 – Corrosieschade met doorbroken barrière en blootgestelde isolatie**



**Figuur 28 – Doorbroken metselwerk barrière dat rookdicht en gaslekdicht moet zijn**



**Figuur 29 – Scade aan een compositete barrière**



**Figuur 29 – Corrosieschade aan verbinding tussen barrières**

### 7.9 Schade aan doorvoeringen

De doorgaans toegepaste doorvoeringen zijn beschreven in hoofdstuk 5.5. Hun schademechanismen zijn samengevat in tabel 7.

De primaire brandveilige vereiste voor een doorvoering is dat zijn brandklasse gelijk of beter is dan de brandklasse van de betreffende barrière waarlangs deze doorvoering loopt. Enig schade aan de doorvoering, waardoor deze niet langer aan de vereisten voldoet, doet de klassering en prestatie van de barrière teniet.

De doorvoering moet de benodigde eigenschappen behouden om integriteit en isolatie te bieden. Het mag geen integriteitsrisico veroorzaken door middel van corrosie aan de onderkant of in gebieden waar deze niet makkelijk waarneembaar is. Hoge integriteit en waterdichtheid zijn essentieel.

Er bestaan vele soorten doorvoeringen en dus vele schadeorzaken die hieronder worden beschreven:

#### 7.9.1 Gecertificeerde afdichtingen voor leidingdoorvoeringen

De afdichting moet:

- Geen ontbrekende componenten hebben;
- Volgens ontwerpspecificaties en montagetekeningen (inclusief alle benodigde isolatie) worden geïnstalleerd;
- Geen externe vervuiling, storing, opening of binnendringend vocht hebben.

De integriteit van behuizingen en gebieden rondom doorvoeringen zijn eveneens cruciaal voor de overall integriteit. Het is vooral van belang om ervoor te zorgen dat er geen corrosie van de doorvoerleiding bestaat, en dat montage van kraagafdichtingen in een barrière ook onbeschadigd zijn.



**Figuur 30 – Onjuist geïnstalleerde gecertificeerde gaiter-type doorvoeringen met isolerende coating**

#### 7.9.2 Niet-gecertificeerde doorvoer-ontwerpen

Een niet-getest en niet-gecertificeerde op maat gemaakte doorvoering die wellicht on-site gemaakt is, moet:

- De juiste isolatie hebben om te voorkomen dat hittegeleiding door de doorvoering in de barrière komt (indien de barrière een isolatie-eis heeft – Figuur 31);
- Voldoende isolatie hebben, die in een goede toestand verkeert, en op de juiste plaatsen zowel intern als extern (verwijzing moet worden gemaakt naar coating- of isolatie-defecten waar nodig – Figuur 32);
- Volledige integriteit bezitten (bijv. geen corrosieve of fysieke schade) zodat het onder een brandlast niet gaat falen terwijl de barrière vervormt.

Wanneer een ontwerp niet-gecertificeerd of niet-getest is, moet het ontwerp worden beoordeeld om vast te stellen of de vereiste isolatie en integriteit wordt geleverd.





**Figuur 31 – Doorvoering niet afgedicht**



**Figuur 32 – Schade aan doorvoering gemaakt van LWC-materiaal**

### 7.9.3 Schade aan kabeldoorvoeringen

Kabeldoorvoeringen zijn doorgaans robuust. Hoofdzakelijk moet er wordt gekeken naar:

- De klassering. Die van de doorvoer is gelijk of beter dan die van de barrière;
- De doorvoer is correct geïnstalleerd en er zijn geen ontbrekende doorvoer-blokken;
- Geen corrosie beschadiging;
- Isolatie zit goed rondom de doorvoer-blokken (Figuur 33).



**Figuur 33 – Slecht geïsoleerde kabeldoorvoer  
(Isolatie van de barrière is wel op zijn plaats)**

#### 7.9.4 Schade aan deuren en ramen

Naast hun brandwerend vermogen moeten deuren ook de doorgang van rook en giftige gassen blokkeren. Ze kunnen eventueel ook explosiebestendig moeten zijn. Schade aan deuren en ramen is relatief simpel waarneembaar:

- De juiste klassering van deuren/ramen, gelijk of beter dan die van de barrière
- Corrosieschade rondom deuren en ramen waardoor deze aan kracht verliezen bij een brand of explosie, afnemende rook- en gaslek-dichtheid en waardoor vocht kan binnendringen in de onderliggende isolatie;
- Dagelijks gebruik van deuren met als resultaat, schade rondom afdichtingen en scharnieren. Ook hier is sprake van afnemende brandveilig vermogen en rook- en gaslek-dichtheid;
- Barsten of stukjes ontbrekende glas in ramen, en;
- Ontbrekende isolatie rondom brandwerende ramen en deuren met een brandklasse, na onderhoudsbeurt of vervangingsbeurt (Figuur 34).



**Figuur 34 – Ontbrekende isolatie rondom brandwerende raam met brandklasse**

#### 7.9.5 Schade aan kanalen (Ducts)

HVAC-kanalen en secties van kanalen die dempers bevatten, gaan door barrières als doorvoeringen. Ze worden vaak geïnstalleerd zonder dat het ontwerp is getest of beoordeeld. Zie figuur 35. De externe blote kanaalsecties worden doorgaans beschermd met een isolerende coating om warmteoverdracht via de barrière te voorkomen. De kanalen kunnen flexibel zijn en in geval van een explosie kan de brosse coating beschadigd raken voorafgaande aan blootstelling aan de brand. De mate van schade hangt normaliter samen met de integriteit van de coating en in hoeverre de isolatie wel of niet loskomt van het kanaal.



**Figuur 35- Beschadigde cementgebonden coating in gebruik op een HVAC-kanaal**

Type Doorvoering	Schade
<b>Gecertificeerde Leidingdoorvoering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afdichting is niet geïnstalleerd</li> <li>• Onjuiste brandklasse van een barrière</li> <li>• Niet volgens certificaat geïnstalleerd</li> <li>• Gescheurde textiele- of kneedbare-afdichting met blootgestelde leiding of isolatie</li> <li>• Uitgerekte textiele of kneedbare afdichting die los is geraakt van de kraagafdichting</li> <li>• Zoekgeraakte, beschadigde of losgeraakte rvs-bevestigingsbanden</li> <li>• Verkeerde bevestigingsbanden toegepast</li> <li>• Drijfmatte isolatiemateriaal achter de afdichting</li> <li>• Zwaar gecorrodeerde kraag binnen in de barrière</li> <li>• Gecorrodeerde leiding achter de doorvoerafdichting</li> <li>• Zware vervuiling met koolwaterstof van de textiele afdichting</li> </ul>
<b>Niet-gecertificeerde op maat gemaakte ontwerpen</b>	<p>Zoals bij gecertificeerde leidingdoorvoering plus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerp vereist mogelijk een geschiktheidsherziening</li> <li>• Onvoldoende coatback of aangebrachte isolatie om warmteoverdracht te voorkomen</li> <li>• Afwijking in de aangebrachte coating-materiaal (zie acceptatiecriteria voor sommige afwijkingen)</li> </ul>
<b>Kabeldoorvoer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doorvoering is niet geïnstalleerd</li> <li>• Onjuiste brandklasse van een barrière</li> <li>• Doorvoering verkeerd geïnstalleerd.</li> <li>• Severe corrosion of frame or collar</li> </ul>
<b>Deuren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkeerde brandklasse voor deuren ten opzichte van die van de barrière</li> <li>• Deur is binnenste buiten geïnstalleerd</li> <li>• Beschadigde scharnieren of deurkruk</li> <li>• Gecorrodeerde schil door dikte, isolatie blootgelegd</li> <li>• Beschadigde deurafdichtingen</li> <li>• Extreme corrosieschade aan deurposten</li> </ul>
<b>Ramen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkeerde brandklasse voor ramen ten opzichte van die van de barriere</li> <li>• Gebarsten of gebroken glas.</li> <li>• Beschadigde raamafdichtingen</li> <li>• Extreme corrosieschade aan raamkozijnen</li> </ul>
<b>Kanalen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zie coating-materialen</li> </ul>

Tabel 7 – Samenvatting van schade aan verschillende soorten doorvoeringen

## 8 Detaillering van PBB-coatingsystemen

### 8.1 Het belang van juiste detaillering

Terwijl het installatieproces de grootste oorzaak blijft van schade en degradatie van PBB-systemen, de manier waarop een systeem wordt gedetailleerd en geïmplementeerd bepaalt grotendeels of een systeem zijn beschermende rol zal uitvoeren tijdens een brand, of anderszins dat de detaillering een probleem zal veroorzaken voor het item dat de PBB zou moeten beschermen, zoals bijvoorbeeld CUI als gevolg van binnendringend water.

Welke detaillering dan ook, ongeacht het systeem, die water binnen een PBB-systeem toelaat, kan in principe schade toebrengen aan het PBB-systeem en integriteitsproblemen veroorzaken bij het te beschermen item. Veel van de details die mogelijk water laat binnendringen zijn besproken in hoofdstuk 7.

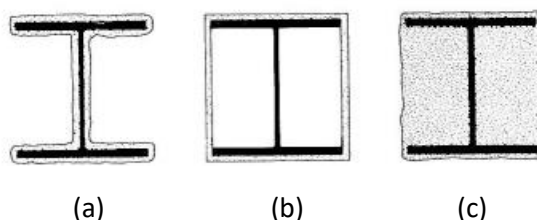
Behalve zichtbare schade aan PBB-systemen en materialen zijn er voorbeelden van detaillering van PBB-coatings bij bedrijven die onveilig zijn en die hebben geleid, of zullen leiden, tot falen van de PBB. Vaak is deze detaillering al in het ontwerp of in de installatie van het PBB-systeem omdat deze was “makkelijk om te implementeren” of omdat het “altijd zo is gegaan”. Het is cruciaal dat deze praktijken worden opgespoord en de gevolgen geanalyseerd. De meest gebruikelijke praktijken staan hieronder:

- Ingekapselde detaillering
- Terminatie detaillering
- Koppelvlakken
- Gebrek aan bescherming van de constructieve draagsterkte
- Driezijdige bescherming
- Coatbacks
- Staand water
- Uitsneden voor draagsystemen

Dit hoofdstuk beschrijft een aantal vraagstukken betreffende de specifieke detaillering van coatings. Coatings vormen het overgrootste soort PBB bij Brzo-bedrijven.

### 8.2 Hol-gevulde ingekapselde sectionele detaillering

Bij het aanbrengen van coatings zoals LWC of beton aan structurele delen, zoals I of T secties, wordt het best gelijkmatig aangebracht op het hele profiel zodat de vorm van de coating gelijk is aan de vorm van het onderliggende profiel. (Figuur 36 (a)). Bij kleine secties (meestal minder dan 203mm) is een solid-fill ontwerp aanvaardbaar (Figuur 36(c)).



**Figuur 36 - PBB coating technieken voor structurele stalen secties  
(a) geprofileerd, (b) hol-gevuld, en (c) solid fill**

Hol-gevulde detaillering (Figuur 36 (b)) wordt gebruikt omdat deze methode kosten-efficiënt is: het is makkelijker om hier een coating aan te brengen dan bij een I/T-profiel (fig. 36a) en met minder

materiaal dan een solid-fill (fig 36c. De detaillering is een rechthoekige doos, over de sectie, met een coating aan de buitenkant. De doos kan van staal zijn, of in het slechtste geval van hout, waarop de coating wordt aangebracht.

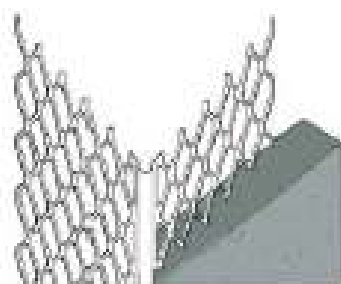
PBB-systemen zijn zo ontworpen dat deze direct met een stalen oppervlakte wordt verbonden. Bij een ingekapselde constructie is dit het geval. Problemen worden erger wanneer isolatiemateriaal wordt geplaatst in onderliggende holle ruimtes.

Bovendien bij een explosie is deze detaillering zwak omdat de doos buigzaam is waarna het PBB-materiaal kan loskomen of afbreken (Figuur 37).



**Figuur 37 – Geëgecapsuleerde PBB-constructie na een proefexplosie**

Bij het detailleren van deze ingekapselde constructie, wordt mogelijk een stucstop profiel van lath of plastic gebruikt voor een rechthoekige randafwerking (Figuur 38 (a)). Impact aan die rand doet de doos openscheuren en water binnen laten (Figuur 38 (b)). Zou vochtabsorberend materiaal zich daarbinnen bevinden, dan wordt het water daar vastgehouden met een onzichtbaar CUI tot gevolg. Zulke detaillering heeft PBB-systemen doen falen tijdens echte brandgebeurtenissen.



(a)



(b)

**Figuur 38 (a) Lathe randwerkingmateriaal en b) voorbeeld van falen in een hoek**

Detailing met hol-gevulde PBB-coating op structureel staalwerk wordt gezien als onveilig.

### 8.3 Terminatie detaillering

PBB coating-systemen hebben vaak een interne versterkings- of retentiesysteem. Daar waar de PBB een open einde heeft, kan falen optreden als gevolg van turbulente of eroderende krachten bij de randafwerking waarna de PBB van het onderliggende staal losraakt. Proefdraaien met het systeem zou moeten aantonen of deze verder moet worden versterkt (met pennen, studs of ringen) of niet. Doet men het niet terwijl het wel moet, dan kan het systeem falen vooral bij jet-fires of veel turbulente (Figuur 39).



**Figuur 39 – Termination falen van versterkte wapening**

De vereisten voor terminatie detaillering zijn per systeem en brandtype specifiek.

Wanneer de terminatie slecht is afgewerkt (Figuur 40), is dat een signaal dat er wellicht meerdere problemen met PBB bij deze inrichting gevonden zullen worden.



**Figuur 40 – Slechte detaillering van een PBB-terminatie**

#### 8.4 Koppelvlakken tussen coatings

Verschillende soorten systemen worden vaak gecombineerd gebruikt om een item te beschermen. Dit kan vaak betekenen dat één type systeem naast, of zelfs over, een ander systeem kan worden geïnstalleerd. Een voorbeeld hiervan is een coating die op pijpleidingen wordt aangebracht, met een droog passend mantelsysteem om de klep en actuator te beschermen (zie Figuur 41).

Bij het ontwerp van een gecombineerd systeem kan de verantwoordelijkheid voor het juiste ontwerp bij een gecontracteerde ontwerper liggen in plaats van bij een fabrikant, wat kan betekenen dat er een koppelvlak tussen de twee systemen ligt. Dit kan resulteren in een storing tijdens een brand of kan ertoe leiden dat water in het systeem kan binnendringen. Er moet bewijs van een correct gedetailleerde koppelvlak worden verstrekt.

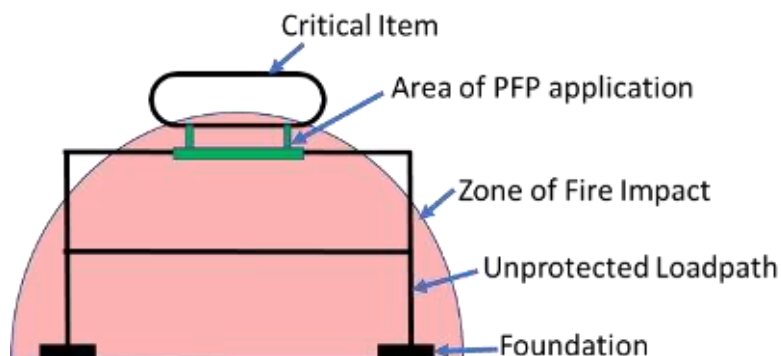


**Figuur 41 – Detaillering van PBB koppelvlakken (Dry-fit, Coating, Jacket)**

### 8.5 Gebrekkige bescherming van een constructieve draagsterkte

Een fundamentele eigenschap van een structuur is dat deze een constructieve draagsterkte creëert voor alle gewichten die worden veroorzaakt door de zwaartekracht, of door bewegingen tijdens het laadproces of door wind, waardoor deze krachten veilig worden geleid naar de fundering onderaan. Wanneer PBB lokaal wordt aangebracht aan bepaalde onderdelen van de structuur - zoals draagconstructies of brandbarrières - om deze te beschermen, moet de structuur die deze lokaal beschermde onderdelen ondersteunt en die deel uitmaakt van de overall constructieve draagsterkte, ook de nodige brandveilige prestaties leveren. Zo niet, dan kan deze instorten waardoor de draagconstructies, brandbarrières etc. falen. Er kan sprake zijn van een tekortgeschoten draagsterkte-detaillering wanneer een praktijkcode of standaard de bescherming van een item in een structuur vereist, en aan die vereiste wordt voldaan, maar er wordt geen aandacht besteed aan de rest van de constructieve draagsterkte. Het kan ook voorkomen wanneer de PBB-ontwerper geen verstand heeft van structurele vereisten en eigenschappen.

Figuur 42 geeft een schematisch voorbeeld.



**Figuur 42 – Voorbeeld van inadequate bescherming van de constructieve draagsterkte**

Echter, het ontbreken van PBB houdt niet in dat bescherming ontoereikend is. Er kan misschien worden aangetoond dat een steviger ondersteunende structuur geen PBB vereist, of dat het vuur de ondersteunende structuur niet beïnvloedt.

### 8.6 Driezijdige bescherming

Wanneer leidingdragers, vatdragers en roosters bovenop balkflenzen komen te zitten, is het gebruikelijk om de bovenste flenzen van de met PBB behandelde balk niet af te werken met een coating (afbeelding 43). Het is ook gebruikelijk om het materiaal aan de overige gecoate kanten van een balk op te dikken om de opwarming van de gehele balk te beperken. Deze handelswijze is niet correct.

Ongeacht de hoeveelheid materiaal aan de zijkanten van een balk, het is overduidelijk dat warmte nog steeds de onbeschermdede balkflens binnen gaat wanneer deze door brand wordt geraakt. Dit kan leiden tot het bezwijken van de balk door zijwaartse torsie, of Lateral Torsional Buckling (LTB), of falen ervan vanwege het ombuigen van de balk. De balken zullen meestal zware installaties en apparatuur met brandbare materialen ondersteunen, en de kans op opschaling is groot.

Onbeschermdede bovenflenzen zijn toegestaan indien de warmte die gedurende een brand in de bovenflens binnenkomt, onvoldoende is om tot verhitting te leiden, of als de structurele lay-out dusdanig is ontworpen om LTB te voorkomen. Dat laatste kan door het reduceren van het aantal niet-ondersteunde balkensecties die anders onder laadbelastingen kunnen knikken. Geschiktheid kan worden aangetoond op basis van structurele berekeningen. Het is mogelijk om de bovenflenzen te beschermen met PBB en toch dragers en roosters op de flens te laten zitten, maar de PBB-detailering kan incorrect worden uitgevoerd en het bewijs van de gebruikte methode moet worden beoordeeld.

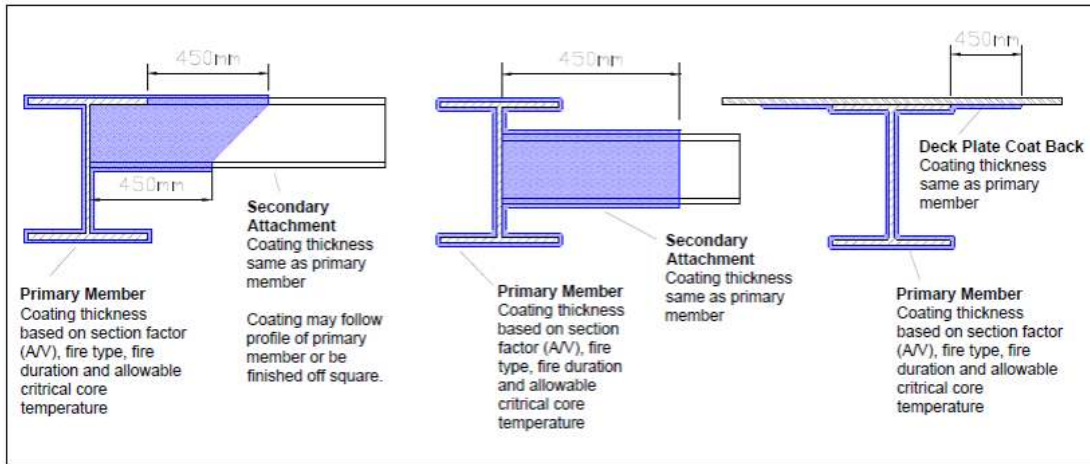


**Figuur 43 – Voorbeelden van onbeschermdede bovenflenzen op balken**

### 8.7 Coatbacks

Wanneer een kleinere secundaire structuur zonder PBB verbonden is aan een grotere primaire structuur waarop PBB wel is aangebracht, kan warmteoverdracht plaatsvinden van de kleine naar de grote structuur met als gevolg, lokaal falen rondom de intersectie. Om dit te voorkomen, wordt een “coatback” toegepast. Deze opstelling wordt schematisch weergegeven in figuur 44, en voorbeelden in figuur 45.





**Figuur 44 – Coatbacks (afbeelding van FABIG TN13)**



**Figuur 45 – Voorbeelden van coatbacks**

In theorie kunnen coatbacks elke lengte hebben die nodig is om warmteoverdracht naar het primaire element te voorkomen. Het niet hebben van coatbacks zou ook aanvaardbaar kunnen zijn. In de praktijk heeft de industrie een standaardlengte van 450 mm aangenomen, maar elke situatie kan van geval tot geval worden beoordeeld. Er moet goed op worden gelet indien er geen coatback aanwezig is (zie figuur 46). Het kan zijn dat het secundaire structuur geen draagconstructie is, maar wel een route biedt voor warmte om het primaire structuur binnen te gaan die zijn kracht doet verminderen.



**Figure 46 - Structureel staalwerk zonder coatback**

### 8.8 Staand water

Water dat zich in een plas verzamelt, zorgt ervoor dat PBB-coatingmaterialen beschadigd kunnen raken als gevolg van wateropname. Dit geldt voor structuren op de begane grond, waar plassen water naar boven kunnen worden gezogen. Een doorgaans typische schadegeval van deze soort wordt weergegeven in figuur 47. Voor naar beneden stromend water, zou er een geschikt waterafstotende detaillering moeten worden gebruikt om schade te voorkomen. Zie hiervoor figuur 48.



**Figuur 47 – Beschadigde coating vanwege wateropname**



**Figuur 48 – Waterafschot om water af te leiden**

## 8.9 Uitsparingen

Ongeautoriseerde wijzigingen komen regelmatig voor. Het gaat vaak om de verwijdering van PBB-materiaal zodat iets kan worden toegevoegd of ingevoegd nadat een coating was aangebracht. In veel gevallen is de detaillering slecht, waardoor warmte naar het onderliggende staal kan worden overgebracht of het materiaal wordt helemaal niet teruggezet om de bescherming te herstellen. In zulke gevallen wordt het brandveilig vermogen van het PBB-systeem verminderd en moet het onmiddellijk worden verholpen. Voorbeelden worden getoond in figuur 49.



**Figuur 49 – Voorbeelden van verwijderde PBB ten behoeve van toebehoren/doorvoeringen**

## 9 Integriteitsbeheer – Inspectie and beoordeling

### 9.1 Het proces van integriteitsbeheer

Net als elk ander systeem dat voor de bescherming van mens of milieu is bedoeld, moet PBB gedurende zijn levenscyclus worden onderhouden om ervoor te zorgen dat het tijdens een noodgeval naar behoren gaat werken. De belangrijkste elementen van het proces integriteitsbeheer zijn:

- Duidelijkheid betreffende rollen en verantwoordelijkheden
- Processen and Procedures
- Documentatie en databeheer
- Wijzigingsbeheer
- Inspectie
- Beoordeling
- Reparatie

Sommige standaarden verwijzen naar de noodzaak voor PBB-integriteitsbeheer, en alle toepasselijke voorschriften vereisen dat veiligheidssystemen moeten worden geïnspecteerd en onderhouden. Maar er zijn zeer weinig aanwijzingen over hoe dit feitelijk moet worden gedaan, of die acceptatiecriteria voor schadebeoordeling bieden. Zie bijvoorbeeld API2218 Paragraaf 9, ISO 13702 Paragraaf 15, of FABIG TN13 Paragraaf 6, die allemaal wijzen naar deze noodzaak.

### 9.2 Rollen and verantwoordelijkheden

Hoewel de bovenstaande proceselementen voor alle organisaties waar PBB als veiligheidssysteem wordt beheerd, typerend zijn, kunnen de rollen en verantwoordelijkheden van organisatie tot organisatie variëren. In sommige organisaties wordt het algehele systeem van PBB worden beheerd door de afdeling Civiele Techniek, of de afdeling Veiligheid en Verliespreventie, afdeling Werktuigbouwkunde, afdeling Integriteitsbeheer of door materiaalspecialisten. Afdelingen of individuen kunnen verschillende rollen worden toegewezen maar er moet één iemand in de organisatie zijn met algehele PBB-verantwoordelijkheid.

Ongeacht wie PBB beheert, moeten de regelingen voor het beheer van PBB worden opgenomen in het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) evenals en de rollen en verantwoordelijkheden van individuen.

Die individuen - en de organisatie die hen ondersteunt bij het waarborgen van de integriteit van PBB - moeten over de nodige kennis en competenties beschikken om de procedures en processen namens de organisatie toe te passen.

### 9.3 Processen and Procedures

Het is te verwachten dat een organisatie die PBB gebruikt om brandrisico's te beheren, zou beschikken over:

**Een passieve brandbeveiliging filosofie** waarin een visie over brandbeveiliging in de organisatie wordt uiteengezet, en die als vaststelling geldt voor de noodzaak voor brandbeveiliging. Hierin wordt aangegeven aan welke voorschriften er moeten worden voldaan en wat de brandbeveiligingsstrategie moet bereiken in termen van risicobeheer. Voor sommige organisaties is dit document wellicht een brandbeveiligingsfilosofie, in plaats van een vaststellingsdocument. In het document kan het gebruik van zowel actieve en passieve brandbeveiliging als brandbestrijding worden opgenomen.

**Een passieve brandbeveiliging strategie** kan eveneens een bedrijfsdocument zijn maar deze is meer gedetailleerd dan een filosofiedocument. Als de inrichting zijn PBB-strategie definieert op basis van een voorgeschreven benadering (paragraaf 4.1), zal vastgesteld moeten worden wat er beschermd wordt, voor hoelang, en met welke systemen. Als het proces meer risico gedreven is, kan het de risicobeoordelingsprocessen en -procedures beschrijven die moeten worden gebruikt. Het kan eveneens bepaalde PBB-systemen specificeren die in de inrichting moeten worden gebruikt.

**Een strategie voor integriteitsbeheer** die het proces beschrijft van hoe PBB wordt geïnspecteerd en onderhouden om ervoor te zorgen dat aan de filosofie, strategie en uiteindelijk aan de regelingen in het VBS worden voldaan. Voor integriteitsbeheer van PBB zijn de volgende factoren van belang:

- Een vaststelling inzake de manier waarop alle PBB-gerelateerde documenten worden beheerd.
- De reikwijdte van de inspecties, de inspectiemethode, de periodiciteit, rapportages en vervolgacties betreffende opgespoorde schade en defecten, en de vereiste bekwaamheid van inspecteurs om deze taken uit te kunnen voeren. Dat laatste kan een apart document zijn.
- Een vaststelling inzake de wijze waarop schades en defecten worden geëvalueerd om te bepalen of de werking van de PBB is afgenomen.
- Een risicoanalyse proces om het effect van verminderde PBB prestaties op de organisatie te kunnen evalueren.
- Een wijzigingsbeheerproces om ervoor te zorgen dat diegene die de verantwoordelijkheid voor het PBB-proces draagt, eventuele organisatorische wijzigingen kan overzien en, indien een wijziging aanleiding geeft voor herziening van PBB in de organisatie, kan bepalen of de PBB nog altijd geschikt is.
- De na te volgen PBB-reparatieprocessen

#### 9.4 Documentatie en databeheer

Een overzicht van de geïnstalleerde PBB-systemen moet beschikbaar zijn.

In vele oudere vestigingen is het vaak lastig om achter te komen welk merk of type materiaal, of systeem, geïnstalleerd is. Dat kan vaak betekenen dat de oorspronkelijke prestatiespecificaties onbekend zijn en het wordt moeilijk om te bepalen of het type materiaal nog altijd geschikt is voor de huidige brandrisico's.

Indien originele materiaalspecificaties of fabrikant informatie beschikbaar is, moet deze worden bewaard. De beste bewaarmethode voor PBB-records is een actuele PBB-register waarin details worden bewaard over de locatie van PBB-systemen, hun type en specificaties. Het PBB-register is met name handig bij evaluaties van PBB-systemen na een wijziging bij het bedrijf.

#### 9.5 Opmerkingen inzake inspecties van PBB-systemen

Geschreven leidraden betreffende de inspectie van PBB-systemen zouden beschikbaar moeten zijn. Deze bevatten:

- Een inspectieschema met daarin de frequentie waarmee alle PBB-systemen worden geïnspecteerd.
- Taakomschrijvingen voor inspectie van verschillende PBB-systemen. Deze beschrijven hoe elk systeem wordt geïnspecteerd. Ze bevatten zowel niet-destructieve als destructieve

testmethoden die zullen worden gebruikt en vervolgacties voor wanneer destructief testen plaatsvindt.

- Instructies voor wanneer PBB wordt verwijderd om een onderliggend item te kunnen inspecteren, bijvoorbeeld voor een CUI-inspectie.
- De soort gegevens die na een inspectie moeten worden vastgelegd en gerapporteerd om juiste geschiktheidsanalyse uit te kunnen voeren.
- De vereiste competenties van inspecteurs die de inspecties uitvoeren.

Hoofdstuk 7 bevat details over de soorten defecten waarnaar moet worden gezocht bij PBB-inspecties.

## 9.6 Opmerkingen over de beoordeling van PBB-systemen na inspecties

In navolging op de PBB-inspecties en het schrijven van een rapport moet de gedetecteerde schade worden geëvalueerd om vast te stellen of het PBB-systeem nog altijd geschikt is voor gebruik. Een procedure of proces zou hiervoor beschikbaar moeten zijn. Deze bevat twee kernelementen:

- Acceptatiecriteria, of enig methode of een verklaring, aan de hand waarvan eventuele schade wordt beoordeeld om te bepalen of dit resulteert in een verminderde prestaties van de PBB. Sommige bedrijven hebben criteria opgesteld om de ernst, betekenis en impact van de schade te begrijpen, terwijl andere bedrijven een proces in werking stellen waarmee automatisch een reparatie van de PBB wordt uitgevoerd als er schade wordt vastgesteld. Er zijn amper betrouwbare bronnen met data over schade.
- Een proces om het niveau en ernst van de schade te beoordelen, de te verwachten vermindering van brandwerend vermogen, en de gevolgen daarvan voor de veiligheid van mens en milieu. Vervolgacties worden bepaald aan de hand van deze beoordeling. Dit kan een risico-gedreven beoordelingsproces zijn.

Er zijn geen gedetailleerde gepubliceerde richtlijnen inzake acceptatiecriteria voor schade aan PBB-systemen. De Britse Health and Safety Executive heeft een informatieblad gepubliceerd ("Advice on acceptance criteria for damaged Passive Fire Protection (PFP) Coatings. Offshore Information Sheet No. 12/2007") waarin enkele eenvoudige richtlijnen, alleen met betrekking tot coatings, zijn opgenomen. Een aantal tests betreffende de prestaties van cementgebonden- en epoxycoatings zijn ook uitgevoerd en daarover gerapporteerd ("Joint Industry Project on Acceptance Criteria for Damaged Passive Fire Protection Coatings. MMI Engineering Report MMU013-P2-R-01. 2005").

## 10 Integriteitsbeheer– reparaties aan PBB-systemen

### 10.1 Algemene vereisten inzake PBB systeemreparaties

Het is gebruikelijk dat PFP-systemen gedurende hun levensduur aan reparaties worden onderworpen. Dit is bijvoorbeeld het geval na inspecties en wanneer beoordeling daarvan aantonen dat aan de vereiste prestatie niet langer kan worden voldaan. Elke reparatie moet gericht zijn op het herstellen van de opgegeven brandwerende prestaties of het verbeteren van de duurzaamheid. Het garanderen van kwaliteitsborging (KB) gedurende de reparatie(cyclus) is essentieel. Wanneer een goede KB proces niet wordt geborgd, zullen problemen doorgaans optreden.

De reparatie mag niet worden uitgevoerd met het doel om het uiterlijk van de schade te verbeteren. De reparatie moet worden uitgevoerd om de vereiste brandklasse te herstellen. Een redelijk uiterlijk is belangrijk. Maar als de nadruk daarop ligt, kan een slecht uitgevoerde reparatie als toereikend worden geïnterpreteerd terwijl dit niet het geval is. Hoewel er problemen kunnen zijn die niet onmiddellijk worden herkend, is een reparatie met een slecht visueel uiterlijk vaak een teken van een slecht uitgevoerde reparatie (zie bijvoorbeeld Figuur 50).



**Figure 50 – Slecht uitgevoerde reparatie van een opschuimend epoxy PBB-systeem**

De reparatie moet ook voldoen aan alle niet-brandgerelateerde prestaties die de PBB moet leveren (zoals branduitbreiding, toxiciteit, explosiebestendigheid, resistentie uit het milieu enz.). Het mag ook niet leiden tot een verhoogde risico op integriteitsverlies gedurende de levensduur van de reparatie. Dit zijn de essentiële factoren bij het beoordelen van de geschiktheid van reparaties.

Inspecties en beoordelingen van de PBB MOETEN de toepasselijkheid en kwaliteit van reparaties in overweging nemen. De inrichting moet processen en procedures hebben om ervoor te zorgen dat reparaties correct worden uitgevoerd.

### 10.2 Reparatietypes

Reparaties worden meestal als volgt uitgevoerd:

**Volledige vervanging:** dit gebeurt wanneer de omvang van de schade groot is en hetzelfde PBB-systeem of een nieuw, gelijkwaardig systeem, kan worden gebruikt. De detaillering van de interface met eventuele naastliggende systemen is van cruciaal belang.

**Gedeeltelijke vervanging of component reparatie met behulp van dezelfde PBB-systemen:** Waar mogelijk, moet de reparatie worden uitgevoerd met materialen en componenten van een-en-

dezelfde systemen met behulp van richtlijnen van de systeemfabrikant. Dit zorgt voor meer vertrouwen in de reparatie en de certificering zal worden gehandhaafd. Bovendien zou de door de fabrikant goedgekeurde reparatie tevens een garantie omvatten.

**Gedeeltelijke vervanging of component reparatie met gebruik van een ander PBB-systeem, of een niet-standaard reparatie:** Wanneer de reparatie niet kan worden uitgevoerd met behulp van een soort-voor-soort vervanging van componenten, moet er aangetoond worden dat deze “niet-standaard reparatie” geschikt is om aan de vereiste brandbestrijding te voldoen. Dat kan soms worden aangetoond door de fabrikant van het oorspronkelijke systeem of door de fabrikant van het reparatiesysteem. Wanneer dit niet kan, dient een alternatief te worden gevonden, zoals:

- Een test van de reparatie set-up onder de condities van het voorgeschreven brandrisico.
- Een beoordeling van voorgaande testgegevens om vast te stellen of prestaties uit deze tests kunnen worden afgeleid.
- Een analytische demonstratie van de effectiviteit van de reparatie.
- Input van een PBB-expert die kan adviseren aan de hand van waarnemingen van eerdere reparaties.

In alle gevallen waarin niet-standaard reparaties worden gebruikt, is het essentieel dat hun goedkeuring en installatie worden gecontroleerd om reparaties te voorkomen die een niet-bewezen werking hebben.

### 10.3 Tijdelijke reparaties

Tijdelijke reparaties worden uitgevoerd om de gevaren van brand te beperken totdat een volledige reparatie van de PBB kan worden uitgevoerd.

De tijdelijke reparatie moet zich als betrouwbaar bewezen hebben. Dat betekent dat het zorgvuldig is ontworpen, dat het aan de vereiste brandveiligheid kan voldoen (bij voorkeur door middel van tests en certificering), en dat het gedurende zijn levensduur niet tot lange termijn integriteitskwesaties gaat leiden.

Een reparatie met de stempel ‘tijdelijk’ zou een bepaalde geldigheidsperiode toegekend moeten krijgen. Er zou een procedure moeten zijn voor het beheer van de tijdelijke reparatie totdat een volledige reparatie is uitgevoerd.

### 10.4 Toezicht op reparaties

Reparaties van welke aard dan ook kunnen zwakheden introduceren in een PBB-systeem. De zwakheden worden vaak veroorzaakt wanneer de reparatie plaatsvindt gedurende operationele omstandigheden en het lastig wordt de baas te worden over die omstandigheden, of in relatie tot de vakbekwaamheid van de persoon die de reparatie uitvoert. Problemen met een reparatie zullen over het algemeen vroeg aan het licht komen. Daarom is het gebruikelijk dat reparaties aan PBB-systemen met een hogere frequentie worden geïnspecteerd.

Dit zou in de inspectieprocedures moeten worden opgenomen als onderdeel van het integriteitsbeheer proces.



## 10.5 Opmerkingen over reparaties aan coatings

Wanneer een reparatie aan een coating noodzakelijk is, moet het systeem met dezelfde materialen worden gerepareerd, tenzij:

- Een fabrikant keurt de reparatie van zijn product goed met het product van een andere fabrikant, of;
- Een fabrikant keurt de reparatie goed met een alternatief product dat uit hun assortiment wordt gehaald en is goedgekeurd voor reparaties voor het gespecificeerde brandtype.

Een voorbeeld van een goedgekeurde reparatie met andere soort coatingmaterialen (LWC gerepareerd met een opzwellende epoxy) wordt getoond in figuur 51. Deze reparatie werd gedetailleerd en getest door een fabrikant en was kostenbesparend om het toe te passen.



**Figuur 51 – Reparatie van LWC materiaal met opschuimende epoxy**

Opschuimende epoxy en sublimerende materialen zijn reactief en elk product reageert op een unieke manier. Bovendien verschillen de versterkingseigenschappen van verschillende producten. Een reparatie waar verschillende op epoxy gebaseerde producten zijn toegepast, kan ertoe leiden dat de reparatie vroegtijdig mislukt tijdens een brand.

Alle coatingfabrikanten geven reparatie-richtlijnen met informatie over de hoeveelheid te verwijderen materiaal, substraatvoorbereiding, wapeningsoverlap, enz. Deze richtlijnen moeten worden nageleefd.

## 10.6 Opmerkingen over reparaties aan Dry-fit systemen

De meest voorkomende vorm van schade aan dry-fit systemen is te wijten aan de onjuiste herinstallatie van het systeem nadat deze voor onderhoudswerkzaamheden was verwijderd. Ervan uitgaande dat individuele PBB-materialen zelf in goede toestand verkeren, moet het systeem opnieuw correct worden geïnstalleerd na de reparatie. Tijdens deze herinstallatie moeten bevestigingen en retentiesystemen worden vervangen door nieuwe componenten als deze tekenen van schade vertonen. Alle afdichtingen die zorgen voor water- of gasdichtheid moeten ook worden vervangen.

Aangezien dry-fit systemen uit verschillende componenten worden vervaardigd, is het mogelijk om afzonderlijke componenten te vervangen wanneer ze beschadigd raken, in plaats van volledige

vervanging. Een gelijkwaardige vervanging van elk onderdeel heeft de voorkeur, gebruikmakend van componenten van de originele fabrikant.

Op oudere dry-fit-systemen, waarbij originele componenten niet langer beschikbaar zijn, is het mogelijk om alternatieve componenten te gebruiken die hetzelfde of een hoger niveau van bescherming bieden. Dit wordt over het algemeen bereikt met een vergelijkbaar materiaal, maar de fabrikant of een PBB-specialist zou dit moeten bevestigen. Zorgvuldigheid is vereist om ervoor te zorgen dat het onderdeel correct in het systeem is geïntegreerd.

Wanneer een materiaal zoals een coating of composietmateriaal deel uitmaakt van een dry-fit systeem, kunnen reparaties aan de coatings worden uitgevoerd met behulp van de aanbevolen reparatieprocedures voor deze materialen.

### 10.7 Opmerkingen over reparaties aan nat-aangebrachte systemen

Het repareren van nat-aangebrachte systemen is complexer dan reparaties aan dry-fit systemen. Een dry-fit systeem is een verzameling van losse componenten, die vaak eenvoudige verwijdering en vervanging van individuele beschadigde componenten mogelijk maken. Nat-aangebrachte systemen daarentegen zijn in elkaar vloeiende systemen die vaak aan het substraat en / of aan elkaar zijn gehecht. Op een vergelijkbare manier als met coatings, moeten eventuele reparaties de algehele integriteit herstellen. Zorgvuldig beheer van alle omstandigheden tijdens de reparatie is essentieel vanwege de combinatie van materialen waaruit het systeem bestaat.

Voor sommige systemen, zoals die met gelijmde composieten, zou de fabrikant moeten worden ingeschakeld om de reparatie uit te voeren, vanwege de gespecialiseerde materialen en reparatietechnieken.

Bij het repareren van een compleet systeem waarvoor geen reparatierichtlijn bestaat, zou een reparatieprocedure gezamenlijk moeten worden ontwikkeld met de oorspronkelijke systeemontwerper of -fabrikant om ervoor te zorgen dat de mechanische sterkte, brand- en explosiebestendigheid en de integriteit van het systeem naar hun oorspronkelijke staat worden hersteld.

Reparatierichtlijnen voor coatings zijn van toepassing op de reparatie van de buitenste laag van nat aangebrachte systemen waar deze sublimerende of opschuimende epoxy coating-producten worden gebruikt.

Een like-for-like vervanging van materialen binnen het systeem is van essentieel belang omdat de nat-aangebrachte systemen als een gecombineerd systeem ontwikkeld en getest zijn. De certificerings- en de testrapporten die de prestaties bewijzen, hebben betrekking op die specifieke combinatie van componenten en materialen.

Voor deze systemen zijn algemene reparatieprocedures niet toepasbaar en mogen reparaties alleen worden uitgevoerd met instemming en begeleiding van de systeemontwerper of -fabrikant.

### 10.8 Opmerkingen over reparaties aan barrière systemen

Schade aan op metaal en beton gebaseerde barrièresystemen kan goed worden waargenomen tijdens structurele inspecties. Reparaties zouden moeten worden uitgevoerd op de normale wijze voor deze items.

Metalen en betonnen barrières kunnen worden gerepareerd met behulp van een *patch* (lapp), vaak op basis van composietmaterialen. Reparaties met *patches* (lappen) kunnen vaak voldoende kracht

hebben om de integriteit en waterdichtheid te herstellen, maar het moet worden bewezen dat ze effectief zijn bij branden, bij voorkeur door middel van een brandtest.

Reparaties aan andere soorten barrières gaan gepaard met het restaureren van isolatiemateriaal samen met het retentiesysteem, of het herstellen van de integriteit van bepaalde of alle structurele elementen van de barrière die uit composietmaterialen zijn geconstrueerd. In zulke gevallen kan specialistisch advies nodig zijn om ervoor te zorgen dat de reparatie correct wordt uitgevoerd.

Barrières worden tijdens een brand in hoge mate aan thermische uitzetting en spanning onderworpen. Voor reparaties moet bewezen worden dat ze tegen deze krachten bestand zijn. Reparaties met gebruik van ongelijksoortige materialen kunnen te maken krijgen met verschillende niveaus van thermische uitzetting tussen beide componenten, resulterend in verhoogde spanning op elke koppelvlak. Het bewijs dat patchreparaties aan barrières tegen vuurbelasting kunnen, is essentieel omdat de reparaties mogelijk alleen zijn ontwikkeld om de integriteit te herstellen.

### 10.9 Opmerkingen over reparaties aan barrière-doorvoeringen

Reparaties aan barrière-doorvoeringen kunnen aanzienlijk van elkaar verschillen vanwege de vele vormen van doorvoeringen en de vaak ad-hoc aard van de penetratie.

Wanneer de beschadigde penetratie gecertificeerde is, zou de reparatie moeten omvatten:

- Het herstellen van eventuele corrosie of schade aan de barrière rondom de doorvoering, inclusief eventuele kragen die vereist zijn om de doorvoering te installeren.
- Het herstellen van schade aan de leiding of ander voorwerp dat de barrière penetreert.
- Het vervangen van beschadigde of ontbrekende componenten van de doorvoering.

Gecertificeerde barrières omvatten de bijbehorende doorvoeringen van buizen, kabels, deuren, ramen, kanalen, enz., die zijn getest door de fabrikant en die een daarmee samenhangende brand- of explosiekwalificatie hebben

Wanneer de doorvoering een ad-hoc afdichting betreft - om warmteoverdracht te beperken wanneer een buis of kanaal een barrière penetreert - en waarvan de isolatie extern wordt aangebracht met behulp van een coatingmateriaal zoals LWC of een opzwellende epoxyhars, dan zou de reparatie aan de externe coating aan de richtlijnen in paragraaf 10.5 moeten voldoen.

Wanneer de doorvoering interne isolatie bevat, zoals MMMF-materiaal of een brandwerend kneedbare afdichtingssysteem, en de schade is daarmee geassocieerd, dan zou de reparatie moeten omvatten:

- Het herstellen van corrosie of schade aan de barrière rondom de doorvoering, inclusief eventuele kragen die vereist zijn om deze te installeren.
- Het herstellen van corrosie of schade aan de leiding of ander voorwerp dat de barrière penetreert.
- Het vervangen van de beschadigde isolatie of het kneedbare materiaal.

Opmerking: het heeft de voorkeur dat een ad-hoc afdichting van de doorvoering wordt verwijderd en vervangen door één die is getest en gecertificeerd.

## 11 De Beoordeling van verouderende PBB bij Brzo-bedrijven

### 11.1 Het beoordelingsproces

Om de geschiktheid van verouderende PBB bij Brzo-bedrijven te beoordelen, zouden er 3 controles moeten worden uitgevoerd:

- 1) **A documentenonderzoek.** Hiermee wordt beoordeeld of er documenten aanwezig zijn binnen het Safety Management System, en weergegeven in het veiligheidsrapport, conform Seveso III Annex III. Deze gaat over het beheer van PBB en toont aan dat de juiste processen die nodig zijn voor effectief ontwerp- en integriteitsbeheer zijn geïntegreerd en dat ze worden toegepast.
- 2) **Een ontwerp- en specificatie-overzicht.** Hiermee wordt beoordeeld of de bij de inrichting geïnstalleerde PBB correct is geselecteerd en geïmplementeerd, zodat deze de nodige brandbeveiliging biedt ten opzichte van de aanwezige brandscenario's.
- 3) **Een beoordeling of de integriteit van de PBB correct wordt beheerd.** Dit geeft een overzicht van de staat van onderhoud van de geïnstalleerde PBB en bepaalt of deze hetzij nog steeds voor gebruik geschikt is, hetzij dermate beschadigd dat het minder effectief is geworden.

Er zijn checklists voor elk van de bovenstaande drie hoofdactiviteiten. De vragen in deze checklists zijn gebaseerd op de Seveso-artikelen. Elke vraag verwijst naar een bron of bronnen in dit document waar begeleiding en uitleg te vinden zijn.

**Opmerking: Afhankelijk van de beschikbare tijd voor een inspectie, kunnen de checklists 2 en 3 op een bepaald systeem steekproefsgewijs worden toegepast om vast te stellen of de voor de inrichting geldende processen en methoden aanvaardbaar zijn.**

### 11.2 Checklist 1 – Documentenonderzoek

Checklist 1 is gericht op de verplichte naleving van Seveso III, Annex III. Het verwijst naar de informatie als bedoeld in artikel 8, lid 5, en in artikel 10 over het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) en de organisatie van de inrichting met het oog op de preventie van zware ongevallen.

De checklist omvat de processen en procedures in het VBS en het veiligheidsrapport die relevant zijn voor PBB. Dit heeft vooral betrekking op de specificatie- en integriteitscontrole rondom PBB om deze als een veiligheidsvoorziening te behouden.

Bij het verzamelen van informatie tijdens een documentenonderzoek, voorafgaand aan inspecties van PBB-systemen, zou de volgende gedetailleerde informatie reeds beschikbaar moeten zijn of verzameld worden:

- De brandscenario's die impact hebben op het item dat wordt beschermd;
- De data van het PBB-systeem in de inrichting, inclusief de prestatiespecificatie van de PBB;
- Details van het geïnstalleerde systeem (merk, tekeningen, certificeringen, testrapporten, enz.);
- Inspectie- and reparatiegegevens

### 11.3 Checklist 2 – Ontwerp- en specificatieonderzoek

Deze checklist wordt gebruikt om te beoordelen of een PBB-systeem - dat geïnstalleerd is ter bescherming van veiligheidskritieke onderdelen - aantoonbaar juiste specificaties heeft, zodat het de vereiste prestaties kan leveren.

PBB-systemen zijn als volgt geclassificeerd:

- Aangebrachte Coatings
- Dry-Fit Systemen
- Nat-aangebrachte Systemen
- Leiding- en Kabeldoorvoeringen
- Barrières
- Barrière-Doorvoeringen
- Andere systemen zoals baksteen of aarde

De checklist zou tijdens inspecties moeten worden toegepast op elke van deze generieke PBB-systemen om zeker te stellen dat hun fundamentele geschiktheid adequaat is, ongeacht de staat van onderhoud. De checklist verwijst naar relevante informatie in dit document.

#### 11.4 Checklist 3 – Een beoordeling of the integriteit van de PBB correct wordt beheerd

Deze checklist wordt gebruikt om te beoordelen of een correct gespecificeerd en geïnstalleerd PBB-systeem de vereiste brandwerendheid blijft leveren. Dit vereist een analyse van eventuele zichtbare schade plus daarna een evaluatie van de ernst van die schade in termen van afnemend brandwerend vermogen. Uit het VBS van de inrichting zou moeten blijken dat de toestand aanvaardbaar is, terwijl deze controle verifieert dat dit het geval is..

Nogmaals, de checklist kan worden toegepast op elk van de generieke PBB-systemen om te beoordelen of de toestand waarin een PBB-systeem verkeert, impact zal hebben op het vereiste brandwerend vermogen. De checklist verwijst naar eenvoudige tabellen met gegevens over verschillende soorten schade en de ernst daarvan, per PBB-systeemtype. Deze staan in bijlage C en worden ondersteund door leidraden in de hoofdstukken 7, 9 en 10 van dit document.

**BELANGRIJKE OPMERKING: De beoordelingstabel in Bijlage C zijn geen faalcriteria en geen acceptatiecriteria. Ze zijn een hulpmiddel voor het screenen van zichtbare schade die door een Seveso-inspecteur kan worden gebruikt om vast te stellen daar waar schade de prestaties van een PBB-systeem zou kunnen verminderen. Ze zijn gebaseerd op ervaring, en niet zo zeer op een bewezen gekwalificeerde benadering.**

## **BIJLAGE A: PBB EN DE SEVESO III RICHTLIJN**

## De Seveso Richtlijn

De relevante EU Richtlijn is:

RICHTLIJN 2012/18/EU van het Europees Parlement en de raad van 4 juli 2012

betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken, houdende wijziging en vervolgens intrekking van Richtlijn 96/82/EG van de Raad (in dit document bekend als “Seveso III Richtlijn”).

In deze paragraaf worden de relevante artikelen voor PBB aangemerkt om ervoor te zorgen dat inspecties van PBB-systemen aan de vereisten van de verschillende Seveso III-artikelen voldoen.

### Article 8: PBZO

**Artikel 8:** Exploitanten van een inrichting moeten een schriftelijk document opstellen waarin het preventiebeleid van zware ongevallen (PBZO) wordt omschreven en zorgt voor de correct uitvoering van dat beleid. Het PBZO wordt uitgevoerd met passende middelen, structuren en een veiligheidsbeheersysteem, in overeenstemming met bijlage III, die evenredig zijn met de gevaren van zware ongevallen en de complexiteit van de organisatie of de activiteiten van de inrichting.

Voor lagedrempelinrichtingen kan deze verplichting met andere passende middelen, structuren en beheerssystemen, die evenredig zijn met de gevaren van zware ongevallen, ten uitvoer worden gelegd, rekening houdend met de in bijlage III opgenomen beginselen.

**Toepassingsbereik voor PBB:** Clausule 8.5 verwijst naar Bijlage III waarin wordt omschreven wat naar verwachting gezien zou moeten worden in een veiligheidsbeheersysteem zoals van toepassing op een inrichting van de hogere of lagere categorie.

Met betrekking tot PBB zouden specifieke vereisten binnen het VBS bevatten:

- Aantoonbaar bewijs dat risicobeoordeling van grote gevaren op de inrichting is uitgevoerd, de brandgevaren daarin begrepen.
- De taken en verantwoordelijkheden van het personeel dat op alle organisatorische niveaus bij het beheersen van de gevaren van zware ongevallen wordt betrokken, samen met de maatregelen die werden genomen om het bewustzijn te doen toenemen dat voortdurende verbetering nodig is. Dit is inclusief personeel dat verantwoordelijk is voor het specificeren, inspecteren en onderhouden van PBB-systemen.
- De identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen door middel van een systematisch risicobeoordelingsproces, dat bepaalt waar restrisico's kunnen bestaan. Die risico's vereisen de specificatie en implementatie van PBB om deze te beperken.
- De aanneming en implementatie van procedures en instructies voor veilige werking, ook met betrekking tot onderhoud van installaties, processen en apparatuur. Dit is met name relevant voor de processen die zijn opgezet voor monitoring, controle en onderhoud van PBB-systemen en bevat procedures en instructies voor wanneer de toepassing van PBB mogelijk leidt tot corrosie of andere integriteitsteksties, inclusief passende follow-upmaatregelen en noodzakelijke tegenmaatregelen als inadequate PBB wordt ontdekt.
- De aanneming en implementatie van PBB in het wijzigingsbeheerproces voor de inrichting om ervoor te zorgen dat de PFP een effectieve beperkende maatregel blijft.

- De opname van de rol van PFP in noodplannen en duidelijke communicatie over die rol.
- De opname van PBB in procedures voor een permanente beoordeling van naleving van de doelstellingen van het PBZO- en veiligheidsbeheersysteem van de exploitant, en de mechanismen voor onderzoek en corrigerende maatregelen in geval van niet-naleving. Dit kunnen onder meer eventuele veiligheidsprestatie-indicatoren (VPI's) zijn, en/of andere relevante indicatoren die voor PBB zijn ontwikkeld.

## Article 10: Veiligheidsrapport

**Article 10:** De exploitant van een hogedrempelinrichting moet een veiligheidsrapport indienen teneinde aan te tonen dat er een PBZO en een veiligheidsbeheersysteem voor het uitvoeren daarvan zijn ingevoerd (in overeenstemming met de in Bijlage III genoemde punten).

**Toepassingsbereik voor PBB:** Artikel 10 verwijst naar Bijlage II waarin de minimum vereisten voor data en informatie in het veiligheidsrapport worden genoemd

Het veiligheidsrapport bevat veel gedetailleerde informatie die de inrichting beschrijft. Met betrekking tot de gevaren die zich binnen de inrichting voordoen en waarvoor PBB mogelijk moet zorgen om ze te beperken, moet het veiligheidsrapport echter het volgende bevatten:

- Een gedetailleerde beschrijving van de scenario's voor mogelijke zware ongevallen, inclusief brand- en explosierisico's op de inrichtingen de voorvallen die een belangrijke rol daarbij kunnen spelen.
- Een beoordeling van de omvang en de ernst van de gevolgen van de geïdentificeerde zware ongevallen, met inbegrip van kaarten, beelden of, indien nuttig, gelijkwaardige beschrijvingen waarop de gebieden zijn aangegeven die door dergelijke, door de inrichting veroorzaakte ongevallen waarschijnlijk zullen worden getroffen. Voor PBB bepaalt dit de brandzones waarbinnen PBB nodig kan zijn.

Met betrekking tot beveiligingsmaatregelen (zoals PBB) en acties gericht op het beperken van de gevolgen van een zwaar ongeval, moet de ingediende informatie het volgende bevatten:

- Een beschrijving van de apparatuur die op de installatie is aangebracht om de gevolgen van zware ongevallen voor men en milieu te beperken. Dit betreft meteen o.a. PBB.
- Een beschrijving van alle technische en niet-technische maatregelen die de gevolgen van een zwaar ongeval kunnen beperken.

## Article 11: Wijzigingen

**Artikel 11:** Het gaat hier om wijzigingen van een installatie, inrichting of opslagplaats. Wanneer dergelijke wijzigingen aanzienlijke gevolgen kunnen hebben voor de gevaren van zware ongevallen, dient de exploitant de PBZO, het VBS en het veiligheidsrapport te herzien en indien nodig bijwerken. Voorafgaand aan dergelijke wijzigingen moet de exploitant de bevoegde autoriteit inlichtingen verstrekken over de details van de beoogde wijziging(en).

**Toepassingsbereik voor PBB:** wanneer een wijziging van een inrichting plaatsvindt, moet de bestaande PBB worden beoordeeld en zo nodig worden geüpgraded (of gedowngraded) om ervoor te zorgen dat de gewijzigde risico's nog steeds kunnen worden gemitigeerd door PBB, zoals vereist door de PBZO voor de inrichting. Hiervoor is mogelijk dat nieuwe PBB wordt toegevoegd, dat bestaande systemen worden geüpgraded, of dat er wordt aangetoond dat bestaande PBB nog steeds geschikt is voor alle mogelijke gevaren die door de wijziging kunnen ontstaan.



## Article 20: Inspecties

**Article 20:** Hier wordt vereist dat inrichtingen worden gecontroleerd en dat de inspecties zijn afgestemd op het soort betrokken inrichting. De inspectie dient zodanig te zijn opgezet dat een planmatig en systematisch onderzoek van de in de inrichting gebruikte systemen van technische, organisatorische en bedrijfskundige aard kan worden uitgevoerd. De inspectie moet aantonen dat passende maatregelen zijn getroffen om (1) zware ongevallen te voorkomen, (2) de gevolgen van zware ongevallen op en buiten het bedrijfsterrein te beperken, en (3) na te gaan of de gegevens en informatie vervat in het veiligheidsrapport of in een ander ingediend rapport, de situatie in de inrichting adequaat weergeeft.

**Toepassingsbereik voor PBB:** PBB is een technisch systeem en daarom moet een inspectie verifiëren dat de op de inrichting geïnstalleerde PBB is zoals beschreven in het veiligheidsrapport of in andere documenten die de PBZO ondersteunt, en dat het in een dergelijke toestand verkeert zodat het correct werkt om het juiste niveau van beveiliging te bieden.

## **BIJLAGE B: BEOORDELING CHECKLISTS**

Checklist 1 – Documentenonderzoek	
Vraag	Uitleg
<b>Algemeen</b>	
Wordt het gebruik van PBB specifiek in het VBS vermeld als methode om brandrisico's op de inrichting te beperken?	Paragraaf 2.0 Appendix A
<b>Organisatie en Personeel</b>	
Zijn de rollen en verantwoordelijkheden voor PBB in de inrichting duidelijk aangegeven?	Paragraaf 9.2
Zijn de rollen die PBB, ABB en de brandweer betekenen voor het beperken van brandgevaaren begrepen en gedocumenteerd in een brandbeveiligingsstrategie voor de inrichting?	Paragraaf 2.2 Paragraaf 4.2 Paragraaf 9.3
Is de bedrijfsbrandweer zich bewust van de rol die PBB speelt bij het bestrijden van branden en bij noodhulp en is dit opgenomen in de bedrijfsbrandweeraanwijzing of omgevingsvergunning van het bedrijf?	
Hebben de personeelsleden en/of organisaties met verantwoordelijkheid voor het specificeren, inspecteren en onderhouden van PBB-systemen erkende en aantoonbare competentie met dit onderwerp?	
<b>Identificatie en evaluatie van grote gevaren</b>	
Is er een systematisch risicobeoordelingsproces uitgevoerd om de belangrijkste gevaren te evalueren, waaronder een erkend proces voor branden?	Paragraaf 4.1
Zijn de scenario's voor brandbestrijding bij grote ongevallen geïdentificeerd en gedocumenteerd en zijn de locatie, het brandtype en de duur voor elk scenario duidelijk?	Paragraaf 3.0
Is de vergunning voor de inrichting nog geldig en worden de scenario's in de bedrijfsbrandweerrapportage in de vergunning opgenomen?	
Zijn de kritieke items die door brand worden beïnvloed geïdentificeerd in de risicobeoordeling en is hun reactie op een brand beoordeeld aan de hand van een erkend analyseproces, een praktijkcode of een standaard?	Paragraaf 4.3 Paragraaf 4.4
Is er een duidelijke specificatie van de vereiste prestatienorm voor elk kritiek item dat moet worden beschermd mt PBB, inclusief brand- en niet-brandgerelateerde prestaties?	Paragraaf 6.0
Is er een register of database met alle geïnstalleerde PBB-systemen met aanduiding van type systeem, fabrikant en de vereiste prestaties? Bevat dit de leveranciersgegevens en installatie- / toepassingsgegevens?	Paragraaf 9.4
Voor kritieke onderdelen in een inrichting die door brandscenario's worden beïnvloed maar die niet worden beschermd met PBB, is er aangetoond dat er geen PBB nodig is, of zijn er andere beperkende maatregelen genomen die de noodzakelijke brandbeveiliging bieden	Paragraaf 4.2 Paragraaf 4.3 Paragraaf 4.4
<b>Dagelijks Beheer</b>	
Is het beheer van PBB opgenomen in het onderhoudsbeheersysteem	Paragraaf 9.1 Paragraaf 9.3

Checklist 1 – Documentenonderzoek	
Vraag	Uitleg
Zijn er procedures, instructies en processen om PBB-systemen te inspecteren, de bevindingen te beoordelen en, waar nodig, de PBB-systemen te onderhouden en te repareren?	Paragraaf 9.5 Paragraaf 9.6 Paragraaf 10.0
Bestaat er een specifiek periodiek inspectieprogramma met betrekking tot PBB-systemen om ervoor te zorgen dat deze nog steeds de vereiste bescherming bieden, of wordt PBB geïnspecteerd tijdens andere inspecties?	Paragraaf 9.5
Wordt het effect op PBB in de CUI-onderzoeken voor de inrichting in aanmerking genomen?	Paragraaf 9.5
Is er een historische record van alle inspecties en onderhoudsbeurten van de geïnstalleerde PBB-systemen?	Paragraaf 9.4
<b>Management of Change</b>	
Wordt PBB beschouwd in MOC-procedures van het bedrijf?	Paragraaf 9.1
<b>Prestatiemonitoring</b>	
Is er in de procedures voor veiligheidsbewaking van veiligheidssystemen ook opgenomen het falen PBB-systemen?	
<b>Audit and review</b>	
Zijn die procedures in het VBS welke met PBB geassocieerd zijn in de review en update van het VBS opgenomen?	

Checklist 2 – Is het te beoordelen PBB-systeem correct ontworpen en gespecificeerd?	
Vraag	Uitleg
Is er een risicobeoordeling aanwezig waaruit de noodzaak voor deze PBB blijkt?	Paragraaf 4.1
Is het systeem bedoeld voor PBB, voor procesisolatie, of beide?	Paragraaf 7.5
Is het merk en type van het geïnstalleerde PBB-systeem bekend?	
Is het geïnstalleerde PBB-systeem gelijk aan het gedocumenteerde systeem?	
Is het PBB-systeem geschikt voor het item dat wordt beschermd?	Paragraaf 4.3 Paragraaf 5.6
Hoe is de omvang van PBB (die wordt gebruikt om het item te beschermen) vastgesteld? Is dit door verwijzing naar een code, norm of gegevensanalyse, of door ervaring?	Paragraaf 4.1
Is het systeem correct gedetailleerd of zijn er aanwijzingen dat er slechte werkwijzen worden gebruikt die tot een storing van het PBB-systeem of de ondersteunende structuren kunnen leiden?	Paragraaf 8.0
Zijn er documenten betreffende het oorspronkelijke ontwerp en de keuze voor de PBB?	
Is er een ACTUELE gedocumenteerd classificatie van brandwerendheid voor het PBB-systeem waarin is aangegeven hoe het systeem moet presteren?	Paragraaf 6.3
Is er bewijs of een proces dat aantoont dat het PBB-systeem de vereiste brandwerendheid levert?	Paragraaf 6.5 Paragraaf 6.6
Is er bewijs, of is er aangetoond, dat de prestaties van het PBB-systeem niet worden beïnvloed door de impact van niet-brandgevaren?	Paragraaf 6.4
Indien zowel actieve brandbeveiliging als brandbestrijding tegelijkertijd aanwezig zijn, is er aangetoond dat de PBB correct functioneert tijdens een brand?	Paragraaf 4.2
Is er sprake van gewijzigde brandgevaren sinds het PBB-systeem voor het eerst werd geïnstalleerd en zo ja, is de geschiktheid daarvan opnieuw beoordeeld?	

Checklist 3 – Wordt de integriteit van het PBB-systeem op de juiste wijze beheerd?	
Vraag	Uitleg
Wordt het PBB-systeem geïnspecteerd en onderhouden als onderdeel van een integriteitsbeheerproces binnen het veiligheidsbeheersysteem?	Paragraaf 9.3
Toont het PBB-systeem tekenen van schade die de prestaties kunnen beïnvloeden?	Paragraaf 7.0 Paragraaf 8.0 Appendix C
Indien het PBB-systeem beschadigd is, hoe ernstig is die schade?	Appendix C
In geval dat het PBB-systeem is gerepareerd, is de reparatie op de juiste wijze uitgevoerd én is de brandwerendheid niet verminderd?	Paragraaf 10.0
Is de conditie waarin het systeem verkeert goed, redelijk, matig of slecht? Is deze beoordeling hetzelfde als de mening van de inrichting?	Appendix C
Heeft het VBS en zijn ondersteunende procedures en processen ervoor gezorgd dat de PBB voor het doel geschikt is?	

## **BIJLAGE C: PBB SCHADE-BEOORDELINGSTABELLEN**

Bijlage Tabel-C1: Coatingsysteem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
<b>Topcoat Schade – verdwenen topcoat, haarlijn scheurtjes, UV verkalking, verkleuring</b>				
Topcoat schade	Oppervlakteschade aan verlaag op PBB	Niet van het de PBB prestaties niet vermindert.	Grote schadeomvang oaan de oppervlakte. Schade kan integriteitsproblemen op lange termijn veroorzaken.	Kleinschalig oppervlakteschade
<b>Scheuren – half-diep, volledig doorheen, haarlijn of brede barsten</b>				
Scheuren	Scheuren (algemeen) in coatings van barrières en overige onderdelen	Enkele of meervoudige barsten die zijn:  Van alle lengtes, en;  Maximum breedte >3mm, en;  Half-diep of volledig doorheen, en;  Coating zijn van het substraat <b>onthecht</b>	Meervoudige barsten die zijn:  Van alle lengtes, en;  Maximum breedte <3mm, en;  Half-diep of volledig doorheen, en;  Coatings zijn nog volledig gebonden aan substraat	Enkelvoudige barst die is:  Van alle lengtes, en;  Maximum breedte <3mm, en;  Volledige of gedeeltelijke doorvoering;  Coatings zijn nog volledig gebonden aan substraat
	Scheuren in coatings op constructiestaal	Als algemene leidraad, maar scheuren niet toegestaan aan de randen of hoeken van een structureel onderdeel	Als algemene leidraad, maar scheuren niet toegestaan aan de randen of hoeken van een structureel onderdeel	Als algemene leidraad
	Scheuren in componenten met brandbare materialen	Als algemene leidraad, maar scheuren niet toegestaan aangehecht of onthecht materiaal	Als algemene leidraad, maar scheuren niet toegestaan	Geen scheuren toegestaan
<b>Onthechting van het substraat (Materiaal MOET geen zichtbare tekens van scheuring tonen)</b>				



Bijlage Tabel-C1: Coatingsysteem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
	Onthecht (hol) materiaal	Totaal onthecht gebied van de coating is >1m <sup>2</sup>	Totaal onthecht gebied van de coating is <1m <sup>2</sup>	Kleinschalig individuele onthechte gebieden
<b>Deels beschadigde dikte - scherven, gaatjes, blaren, erosie, lage materiaaldikte</b>				
<b>Deels beschadigde dikte</b>	Componenten van constructiestaal	Totale schadeomvang <10% van de oppervlakte van de component, of  Deels beschadigde dikte niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte	Totale schadeomvang >3000mm <sup>2</sup> en <10% van de oppervlakte van de component, of  Deels beschadigde dikte niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte	Enig schadegebied <3000mm <sup>2</sup>
	Componenten die brandbare materialen bevatten	Totale schadeomvang >1% van gehele component oppervlakte, of;  Enig schadeomvang waar sprake is van <50% overgebleven PBB materiaaldikte	Totale schadeomvang >3000mm <sup>2</sup> en <10% van de oppervlakte van de component, met >50% PBB materiaaldikte intact	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup> met >50% PBB materiaaldikte intact
	Brandafschotten, partities enz.	Altijd slecht  Klassering ongeldig bij ontbrekend materiaal	Altijd slecht  Klassering ongeldig bij ontbrekend materiaal	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup> maar klassering ongeldig bij ontbrekend materiaal
	Overige componenten	Totale schadeomvang >10% van gehele component oppervlakte	Totale schadeomvang >3000mm <sup>2</sup> en <10% van de oppervlakte van de component	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup>
<b>Volledig beschadigde dikte – scherven, gaten, fysieke beschadiging, blaren, ontbrekend materiaal</b>				
<b>Slechte staat van materiaal – lage materiaalhardheid, doordrenkt (LWC), geactiveerde materiaal (Epoxy)</b>				

Bijlage Tabel-C1: Coatingsysteem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
Volledig beschadigde dikte of Slechte staat van materiaal	Componenten van constructiestaal	Totale schadeomvang <5% van de oppervlakte van de component, of  Volledig beschadigde dikte niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte	Totale schadeomvang van individueel of meerdere gebieden >3000mm <sup>2</sup> en <5% van de oppervlakte van de component, of  Volledig beschadigde dikte niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup>
	Componenten die brandbare materialen bevatten	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico
	Brandafschotten, partities enz.	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico	Altijd slecht  Risico op CUI en mogelijkheid tot falen bij brandrisico
	Overige componenten	Totale schadeomvang >5% van gehele component oppervlakte	Totale schadeomvang van individueel of meerdere gebieden >3000mm <sup>2</sup> en <5% van de oppervlakte van de component	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup>

Bijlage Tabel-C1: Coatingsysteem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
<b>Lekken / verkleuring vanuit de coating – corrosieve afscheiding, gekleurde vloeistof, zouten</b>				
<b>Lekken</b>	Alle type componenten	Altijd slecht – Materiaal wellicht niet reactief, of lekken duidt op CUI	Altijd slecht – Materiaal wellicht niet reactief, of lekken duidt op CUI	Altijd slecht – Materiaal wellicht niet reactief, of lekken duidt op CUI
<b>Retentie/Versterking/Terminatie</b>				
<b>Ontbrekend, niet gecentreerd, onjuiste overlapping, zichtbaar, falen van mechanische bevestigingen, schade bij de randafwerking, onjuist gedetailleerde terminatie, ontbrekend of beschadigde terminatie</b>				
<b>Retentie/Versterking/Terminatie</b>	Alle type componenten	Totale schadeomvang <5% van de oppervlakte van ieder individueel beschermde component  Niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte	Totale schadeomvang van individueel of meerdere gebieden >3000mm <sup>2</sup> en <5% van de oppervlakte van ieder individueel beschermde component  Niet toegestaan aan de rand of hoek van een structureel onderdeel indien >150mm lengte  Kan wellicht acceptabel zijn zolang de brandrisico niet van een jet-fire afkomstig is	Enig individuele schadegebied van <3000mm <sup>2</sup>  Kan wellicht acceptabel zijn zolang de brandrisico niet van een jet-fire afkomstig is

Bijlage Table-C2: Dry-Fit Systeem Schadeniveau				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
<b>Dry Fit Systeem Schade</b>	Schade aan epoxy of LWC-materialen in voorgegoten componenten	Zoals coating schadeniveaus	Zoals coating schadeniveaus	Zoals coating schadeniveaus
	Geopende en niet secure scharnieren/de uren of luiken	Substraat is zichtbaar achter scharnier in dry-fit systeem	Scharnier is niet volledig secuur of strak	Niet toegestaan als zijnde "redelijk"
	Beschadigde of ontbrekende afdichting rondom scharnieren	Ontbrekende afdichting	De aanwezige afdichting is los, broos of op	Niet toegestaan als zijnde "redelijk"
	Ontbrekende of beschadigde externe bevestigingen	Meerdere mechanische bevestigingen ontbreken of zijn beschadigd	Een van de mechanische bevestigingen ontbreekt of is beschadigd	Niet toegestaan als zijnde "redelijk"
	Vervuiling van textiel omhulsel met brandbare of corrosieve vloeistoffen	Bijna de gehele oppervlakte is vervuild met brandbare of corrosieve vloeistoffen	Een groot deel van de oppervlakte is vervuild met brandbare of corrosieve vloeistoffen	Kleinschalig lokale vervuiling met brandbare of corrosieve vloeistoffen
	Scheuren en gaten in textiele jacket-systemen	Meerdere scheuren of gaten in de oppervlakte waardoor de isolatie in de buurt van bevestigingsmateriaal bloot staat en dusdanig impact kan hebben op de integriteit. Scheuren lopen door tot het substraat of hebben direct impact op de integriteit van de bevestigingen.	Niet toegestaan als zijnde "middelmatig"	Enkelvoudige oppervlaktescheuren/gaten van enig omvang die geen impact heeft op de thermische eigenschappen of integriteit van de jacket
	Ontbrekende panelen	Altijd slecht	Altijd slecht	Altijd slecht
	Corrosieschade	Dusdanige corrosie dat leidt tot gebrekkige integriteit van de externe paneel of frame met als gevolg, schade aan de interne PBB	Corrosie aan de externe paneel of frame maar zonder schade aan de interne PBB	Corrosie of schade aan de oppervlakte maar zonder penetratie door de externe stalen paneel of impact op de integriteit van een frame
	Doordrenkte interne MMMF	Altijd slecht	Altijd slecht	Altijd slecht

Bijlage Table-C2: Dry-Fit Systeem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
	isolatiemateriaal			
	Mechanische schade zoals deuken, gaten, enz.	<p>Buitenste lag is gepenetreerd , of scharnier hangt open of behoorlijke schade aan een frame.</p> <p>Behoorlijke schade met impact op de interne draagconstructie</p> <p>Isolatie is doordrenkt</p>	<p>Zichtbare fysieke schade maar buitenste lag is niet gepenetreerd.</p> <p>Vervorming kan de opening van een scharnier veroorzaken of schade aan een externe bevestiging of frame</p> <p>Mogelijke doordrenkte isolatie, in zo'n geval is de schade "slecht"</p>	<p>Zichtbare fysieke schade maar buitenste lag is niet gepenetreerd.</p>

Bijlage Table-C3: Nat-Aangebracht Systeem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
<b>Nat-Aangebracht Systeem Schade</b>	Oppervlakteschade aan de buitenste beschermlaag	Zie coatings.  Enig schade met blootstelling van onderliggende isolatiemateriaal is "slecht"	Zie coatings.  Enig schade met blootstelling van onderliggende isolatiemateriaal is "slecht"	Zie coatings.
	Delaminatie in materiaaldikte	Zie coatings.	Zie coatings.	Zie coatings.
	Onthechting van substraat	Zie coatings.	Zie coatings.	Zie coatings.
	Schade aan versterking- en retentiesysteem	Zie bevestigingen voor coatings of MMMF	Zie bevestigingen voor coatings of MMMF	Zie bevestigingen voor coatings of MMMF
	Doordrenkte MMMF isolatiemateriaal	Altijd slecht	Altijd slecht	Altijd slecht
	Open scharnieren in isolatiesysteem onder buitenste beschermlaag	Zie open scharnieren in Dry-Fit systemen	Zie open scharnieren in Dry-Fit systemen	Zie open scharnieren in Dry-Fit systemen

Bijlage Table-C4: Nat-Aangebracht Systeem Schadeniveaus					
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau			
		Slecht	Middelmatig	Redelijk	
<b>Barrière Systeem Schade</b>	Corrosie of mechanische schade aan metalen barrières	Behoorlijk beschadigde panelen met open doorgangen in muren	Valt onder structurele inspectierichtlijnen van de inrichting, maar schade of corrosie aan de draagconstructie van metalen barrières zal vroegtijdig falen veroorzaken wegens zijn onvermogen om thermische spanningen (uitzetten/ombuigen) te weerstaan		
	Corrosieschade aan gelaste verbindingen die metalen barrières vasthouden	Zou moeten vallen onder structurele inspectierichtlijnen van de inrichting, maar schade of corrosie aan de draagconstructie van metalen barrières zal vroegtijdig falen veroorzaken wegens zijn onvermogen om thermische spanningen (uitzetten/ombuigen) te weerstaan			
	Schade aan epoxy of LWC-materialen voor barrières of steunbevestigingen en ook voor integriteit/isolatie	Zie coating schades			
	Versterkte betonnen of gemetselde barrières/afscherming	Zou moeten vallen onder structurele inspectierichtlijnen van de inrichting, maar schade of aan beton/metselwerk kan integriteitsproblemen veroorzaken. Kan leiden tot verergerde verkrumming (spalling) bij een brand. Het is waarschijnlijk geen probleem mits de barrière geen direct vuurcontact ondergaat of als het een afschermingsbarrière betreft in plaats van een toegepaste PBB. Indien nodig, zie coating schades.			
	Doordrenkte MMMF isolatiemateriaal	Altijd slecht. Heeft impact op zowel isolatieprestaties als corrosieproblemen			
	Corrosieschade aan MMMF retentiesysteem	Behoorlijke schade aan systeem (pinnen en gaas/lath) waardoor isolatiemateriaal niet langer <5% van de oppervlakte dekt	Zware corrosie met als gevolg het falen van pinnen en gaas/lath wanneer handmatig gedrukt/getrokken.  Gedekte gebied is <5%	Lichte oppervlakeschade maar systeem werkt en biedt houvast	
	Mechanische schade zoals deuken, gaten, kreuken enz. in niet-metalen barrières.	Buitenste lag is gepenetreerd of verbindingen/draagconstructies ondergaan lokaal falen	Behoorlijke schade maar zonder penetratie van de barrière. De verbinding of draagconstructie is gebogen zonder dat deze falen	Zichtbare fysieke schade maar buitenste lag is niet gepenetreerd.	
	Mechanische schade aan GRP of composiete barrière	Raadpleeg de fabricant voor acceptatiecriteria			

Bijlage Table-C5: Doorvoering Systeem Schadeniveaus

Bijlage Table-C5: Doorvoering Systeem Schadeniveaus				
	Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
		Slecht	Middelmatig	Redelijk
<b>Penetration Seal Damage</b>	Gecertificeerde leiding-doorvoering.  Sokafdichting (Gaiter type)	Classificering niet gelijk aan barrière  Ontbrekende afdichting of verkeerd geïnstalleerd.  Afdichtingstextiel is gescheurd, gerek of ernstig vervuild.  Bevestigingsriemen ontbreken, beschadigd of niet-standaard  Isolatiemateriaal binnen de afdichting is doordrenkt  Kraag in de doorvoering is zwaar gecorrodeerd	Niet van toepassing  Opmerking – Indien de afdichting mogelijk gaat falen, zal rok of gas naar het beschermde gebied binnendringen.  De meest vormen van schade zal de afdichting uiteindelijk doen falen. Daarom is lichte schade niet acceptabel.	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.  Beschadigd maar niet door de textiel heen
	Gecertificeerde leiding-doorvoering.  Kneedbare afdichting	Classificering niet gelijk aan barrière  Ontbrekende afdichting of niet conform certificering geïnstalleerd  Afdichting is gescheurd, gespleten, onthecht, vervuild, on verkeerd aangebracht.  Kraag in de doorvoering is zwaar gecorrodeerd	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.
	Gecertificeerde leiding-doorvoering.  Kraag	Classificering niet gelijk aan barrière  Ontbrekende afdichting of niet conform certificering geïnstalleerd  Componenten inclusief bouten, ontbreken of los  Kraag in de doorvoering is zwaar gecorrodeerd	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.
	Kabeldoorvoering  Transit bloken	Classificering niet gelijk aan barrière  Verkeerd geplaatste of ontbrekende blokken  Kraag in de doorvoering is zwaar gecorrodeerd	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.



Bijlage Table-C5: Doorvoering Systeem Schadeniveaus

Schade	Beschouwing van het schadeniveau		
	Slecht	Middelmatig	Redelijk
Niet-standaard leiding-doorvoeringen	Classificering niet gelijk aan barrière		
Op maat gemaakt	Ontbrekende afdichting Niet-gecertificeerd en geen aantoonbare ontwerpspecificaties Inadequate coatback-ontwerp of isolatieplan om warmteoverdracht te voorkomen Schade aan coating-materiaal ten behoeve van isolatie (zie tabel betreffende coating schadebeoordeling). Isolatiemateriaal binnen de afdichting is doordrenkt Kraag in de doorvoering is zwaar gecorrodeerd	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.
Deuren	Classificering niet gelijk aan barrière Verkeerd geïnstalleerd Beschadigde scharnieren, luiken of afdichting Zware corrosieschade aan de buitenkant van de deur of kozijn	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte van kragen en bevestigingen.
Ramen	Classificering niet gelijk aan barrière Glas is gescheurd, gebarsten of gebroken Zware corrosieschade aan raamkozijn	Niet van toepassing	Corrosie aan de oppervlakte of raamkozijn.
Kanaal-doorvoeringen	Behandel als zijnde een op maat gemaakte doorvoering	Niet van toepassing	Behandel als zijnde een op maat gemaakte doorvoering