

## Copyright

Dit document is eigendom van het Landelijk Expertisecentrum Brandweer BRZO (LEC). Het LEC verzorgt centraal en regionaal in heel Nederland ondersteuning bij brandweegerelateerde onderwerpen rondom industriële veiligheid. Het LEC is ondergebracht bij Brandweer District Haven die deel uit maakt van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond.

Niets uit dit document mag gereproduceerd of anderszins overgenomen, gekopieerd of vermenigvuldigd worden zonder schriftelijke toestemming vooraf van het LEC.

In dit document zijn ter illustratie voorbeelden opgenomen. Door het opnemen van deze voorbeelden wordt geen oordeel gegeven over de informatie noch een voorkeur uitgesproken over een product.

Landelijk Expertisecentrum Brandweer BRZO  
p/a Brandweer District Haven  
Postbus 9154  
3007AD Rotterdam  
Havennymer 5321  
T: 010 44 68 500  
F: 010 44 68 579  
E: civ@veiligheidsregio-rr.nl

## *Disclaimer*

*Het LEC is op geen enkele wijze aansprakelijk voor het gebruik of de (nadelige) gevolgen van de toepassing van de informatie in dit document.*

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk 1	Algemeen .....	1
1.1	Inleiding .....	1
1.2	Gebruik werkwijzer .....	1
1.3	Afbakening .....	1
1.4	Soorten PBB .....	3
1.5	Certificatie .....	4
Hoofdstuk 2	Soorten PBB's .....	6
2.1	Specifieke kenmerken PBB's .....	6
2.1.1	Cementachtige materialen .....	6
2.1.2	Brandwerende of brandvertragende coatings en afdichtingen van polymeren .....	8
2.1.3	Brandwerende of brandvertragende vezels .....	11
Hoofdstuk 3	Criteria en Normen .....	13
3.1	Inleiding .....	13
3.2	Testlaboratoria .....	13
3.3	Brandcurve .....	13
3.4	Normen voor toepassingen PBB in de industrie .....	15
Hoofdstuk 4	Best Practices .....	18
4.1	Inleiding .....	18
4.2	Beoordelen bestaande PBB .....	18
4.3	Analyse brandrisico (stap 1A) .....	19
4.4	Doel en prestatie-eis PBB (stap 1B) .....	20
4.5	Keuze PBB (stap 1C) .....	20
4.6	Plan van aanpak (stap 2A) .....	21
4.7	Eisen aan Installatiebedrijf (stap 2B) .....	21
4.8	Inspectie & Controle (stap 3) .....	22
4.9	Onderhoud & Reparatie (stap 4) .....	22
4.10	Toepassen PDCA-cyclus .....	22
Hoofdstuk 5	Overige voorzieningen .....	23
5.1	Inleiding .....	23
5.2	Geforceerde ventilatie onder atmosferische condities .....	23
5.3	Watermist of waterspray (niet bedoeld als objectkoeling) .....	24
5.4	Detectie .....	25
5.4.1	Temperatuurdetectie .....	25
5.4.2	Gasdetectie .....	25
5.4.3	Explosiemeters of LEL-meters .....	26
5.4.4	Zuurstofmeters .....	26
5.5	Containment .....	27
5.6	Vlamkerende roosters .....	27
5.7	Flame arresters .....	28
5.8	Detonation arrester .....	28
5.9	(Automatische) koelinstallatie .....	29
5.10	Zuurstofgehalte verlagen .....	30

**Bijlage 1**

Voorbeeld beleidsregel

**Bijlage 2**

NORSOK Standard M-501

**Bijlage 3**

Program for Passive Fire Protection Integrity Program

## Hoofdstuk 1 Algemeen

### 1.1 Inleiding

Passieve brandbeveiliging (PBB) is essentieel voor de stabiliteit en de integriteit van een bouwwerk of een constructie tijdens een brand. Passive fire protection of fireproofing zijn ook veel gebruikte termen die we tegenkomen. Er zijn vormen van PBB die tevens bescherming bieden tegen tenminste de eerste drukgolf die kan optreden als gevolg van de explosieve ontsteking van een gas- of dampwolk voorafgaande aan de brand. Een 'blast' is het Engelse woord voor zo'n drukgolf. In dat geval wordt gesproken over voorzieningen die blast en fireproof is. Deze vorm van bescherming is vrijwel alleen van toepassing op muren, panelen en deuren en soms ramen. PBB kan tijdens een brand bijdragen aan:

- In stand houden (gedurende een bepaalde tijd) van het dragend vermogen van een constructie;
- De integriteit (gedurende een bepaalde tijd) van een inluitsysteem in de (petro)chemische industrie beschermen;
- Brand door- en overslag gedurende een bepaalde tijd voorkomen;
- Zorgen voor langer functiebehoud van kritische procesapparatuur; en
- Het effect van explosies op constructie en apparatuur verminderen.

Het brandwerende vermogen van PBB wordt uitgedrukt in de tijd, dat een (dragende) constructie of installatieonderdeel de prestatie-eisen blijft houden die daaraan gesteld zijn. Het brandwerende vermogen van PBB wordt uitgedrukt in 0 – 240 minuten. Voor twee specifieke soorten branden worden letters toegevoegd om aan te geven voor welke soort brand deze tijd geldt. H120 betekent dat er sprake is van een brandwerendheid van 120 minuten bij blootstelling aan een koolwaterstof brand. De H is afkomstig van het Engelse woord Hydrocarbon. J120 wordt gebruikt voor een brandwerendheid tegen een Jet-fire. In paragraaf 3.2 wordt nader ingegaan op de verschillende soorten branden.

PBB is, net als een sprinklerinstallatie, een uitvoering van een brandbeveiligingssysteem. PBB kan zelfstandig worden toegepast of in samenhang met andere zogenaamde preventieve en repressieve Lines of Defence (LOD) in de vorm van BIO-maatregelen voor een bepaald incidentscenario. BIO-maatregelen staat voor bouwkundige voorzieningen, aangebrachte installaties en/of organisatorische maatregelen. In de publicaties: *Borging van het integrale Brandbeveiligingsproces* en *Werkwijzer Brandrisicoanalyse*, van het Centrum Industriële Veiligheid wordt gedetailleerd beschreven hoe geloofwaardige incidentscenario's kunnen worden beschreven en op welke manier de LOD's, voor beheersing en bestrijding ervan, geborgd kunnen worden. U wordt dan ook geadviseerd deze werkwijzer samen met deze CIV-publicaties te gebruiken. Ze zijn gratis te downloaden via de website [www.Centrum-IV.nl](http://www.Centrum-IV.nl).

### 1.2 Gebruik werkwijzer

Deze werkwijzer kan als hulpmiddel gebruikt worden door iedereen die betrokken is bij het ontwerp, de constructie, het onderhoud en het beheer, of de inspectie van bouwwerken en constructies in een industriële omgeving, waar PBB is of zal worden toegepast.

De informatie in dit document kan gebruikt worden bij het opstellen van advies voor vergunningen in het kader van de Wet milieubeheer.

Daarnaast is bijlage 1 een model beleidsregel opgenomen die als basis kan dienen voor het vastleggen van beleid dat het bevoegd gehanteerd wenst te hanteren rondom passieve brandbeveiliging.

### 1.3 Afbakening

In dit document wordt onder passieve bescherming tegen brand verstaan het aanbrengen van voorzieningen waardoor:

- de gevolgen van de brand (tijdelijk) kunnen worden vertraagd;
- de effecten van een explosie worden verminderd;

Er zijn ook partijen die voorzieningen die de kans op het ontstaan van brand verkleinen tot de PBB rekenen. Deze voorzieningen worden in de hoofdtekst van dit document buiten beschouwing gelaten. Voor de volledigheid wordt in hoofdstuk 5 van dit document echter wel een overzicht van deze systemen gegeven.

Het PBB-werkveld is voortdurend in ontwikkeling. Door onderzoek worden nieuwe materialen en nieuwe samenstellingen van materialen gevonden die ook gebruikt kunnen. Ook de wijze waarop materialen worden verwerkt en aangebracht is continu in beweging. De bedrijven die dergelijke producten aanbieden en aan kunnen (laten brengen beschikken vaak over websites waar informatie hierover terug is te vinden.

PBB kent een zo'n grote verscheidenheid aan materialen en bouwcomponenten dat het niet mogelijk is om alle details, specificaties, installaties en gebruik ervan volledig te kunnen weergegeven in deze publicatie.

Naast algemene informatie beschrijft de werkwijzer het proces en de aandachtspunten die relevant zijn voor degene die op enigerlei wijze betrokken is bij de toepassing of het beoordelen van PBB. Door alle fasen van het beschreven proces consciëntieus te doorlopen, kan het brandbeveiligingsniveau dat men beoogt te realiseren met het aanbrengen van de PBB, gedurende de gehele levens fase van het bouwwerk geborgd worden.

## 1.4 Soorten PBB

In de hoofdtekst van dit document wordt vanaf hoofdstuk twee, drie soorten PBB's die in de industrie veel toegepaste worden, behandeld. In tabel 1 zijn verschillende voorbeelden van uitvoeringsvormen van PBB's samen met hun toepassingen opgenomen.

**Tabel 1: Niet limitatief overzicht PBB's**

UITVOERINGSVORM	MATERIAAL	VOORBEELDEN VAN TOEPASSINGEN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiaal dat op constructie, leidingen en onderdelen kan worden aangebracht/gespoten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opzwellende coatings</li> <li>Cementachtige coatings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dragende constructies</li> <li>Afscheidingen die specifiek zijn geplaatst om te beschermen tegen brand en explosie</li> <li>Procesinstallaties en procesleidingen</li> <li>Ventilatiekanalen</li> </ul>
Panelen, beplating, bekisting en deuren <sup>1</sup> en sponningen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prefab composiet materiaal</li> <li>Keramisch materiaal en materiaal waarin steenwol vezels zijn verwerkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brandmuren, branddeuren</li> <li>Ventilatiekanalen</li> <li>Kleppen en besturingssystemen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opzwellende materialen</li> <li>Cementachtige materialen</li> </ul>	Leiding- en kabelgoten
Flexibele bekleding zoals dekens	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keramische en minerale vezels</li> <li>Composiet materialen</li> </ul>	Kleppen en besturingssystemen
Seals en afdichtingsmaterialen met name voor doorvoeringen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opzwellende materialen</li> </ul>	Alle soorten doorvoeringen (inclusief deuropeningen) en verbindingssystemen
Speciale uitvoeringsvormen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composiet materiaal</li> <li>Vlam/brandvertragend kunststof</li> </ul>	Bescherming van kabels t.b.v. functiebehoud
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vlam/brandvertragend kunststof</li> <li>Opzwellend materiaal waaraan tevens een brandvertragend middel is toegevoegd</li> <li>Speciale verven</li> </ul>	Afwerking van muren/scheidingen

Voor een volledig overzicht van toepassingen en uitvoeringen van PBB in de industrie wordt verwezen naar paragraaf 7.3.2. van het boek *Guidelines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical and Hydrocarbon Processing Facilities* - ISBN: 978-0-8169-0898-1, van het Center for Chemical Process Safety van het American Institute of Chemical Engineers (<http://www.aiche.org/>).

<sup>1</sup> Als brandwerend glas in samenhang met een deur of wand wordt toegepast moet specifiek aandacht besteed worden aan de wijze waarop het glas wordt gemonteerd en de materialen die hiervoor gebruikt worden. Heet glas samen met de bevestiging moeten aan de eisen voor brandwerendheid voldoen.

## 1.5 Certificatie

In Nederland wordt in relatie tot stationaire brandbeveiligingssystemen in vergunningen frequent het kwaliteitsniveau voorgeschreven van regelingen van het Centrum voor Criminaliteitspreventie van Veiligheid (CCV) voor certificatie van 'het brandbeveiligingsproduct' en de integrale inspecties in de gebruiksfase. Helaas bestaat er nog geen geharmoniseerde regelingen onder beheer en (onafhankelijk) toezicht van het CCV voor PBB's. Iedere aanbieder van PBB's maakt gebruik van een eigen opzet. Het is hierdoor moeilijk en zo niet onmogelijk om de kwaliteit van al deze 'eigen' regelingen onderling met elkaar te vergelijken.

Een regeling die kan resulteren in een productcertificaat onder beheer van het CCV zou minimaal de volgende kenmerken hebben:

### Productcertificering

#### Controle basis product in de fabriek

- Certificatie o.b.v. proces- of productconformiteit voor specifieke toepassing die getest is tegen algemeen erkende en geaccepteerde normen
- Voor behoud certificaat zullen periodiek steekproefsgewijze testen moeten worden uitgevoerd door of namens het CCV

#### Controle in de praktijk toegepast product

Onderstaande aspecten maken deel uit van door CCV beheerde regeling:

- Door bevoegd gezag en erkende inspectie-instelling geaccepteerd incidentscenario (zie Werkwijzer analyse brandrisico) vormt de start van het proces
- Toetsing toepasbaarheid product voor dit scenario (zie BIB)
- Ontwerp met theoretische levensduur PBB
- Aanbrengen PBB door erkend installateur
- Instructie en documentatie over onderhoud, beheer en periodieke inspectie PBB (met afkeurcriteria).
- Aan welke eisen moet de persoon voldoen die onderhoud uitvoert aan PBB
- Opleveringsinspectie
- Bij een JA-conclusie in het rapport van oplevering kan een productcertificaat worden afgegeven.

Het normatieve kader voor deze opzet bestaat uit:

- NEN-EN 45011  
Algemene eisen voor instellingen die productcertificatie-systemen uitvoeren
- NEN-EN-ISO/IEC 17020 (voorheen NEN-EN 45004)  
Algemene criteria voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren
- NEN-EN-ISO/IEC 17021 (voorheen NEN-EN 45012)  
Eisen voor instellingen die audits en certificatie van managementsystemen uitvoeren
- NEN-EN-ISO/IEC 17024 (voorheen NEN-EN 45013)  
Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren

Dit staat los van het feit dat fabrikanten van PBB onder EU-wetgeving verplicht zijn om zich te onderwerpen aan certificatie door derden, zodat zij het CE-merk voor hun producten kunnen aanvragen. Dit is van toepassing op producten die verplicht een 'conformiteitsverklaring' moeten hebben op niveau 2 of hoger.

Zolang zo'n door het CCV beheerde regeling er niet is wordt ieder bevoegd gezag geadviseerd het in bijlage 1 van deze werkwijzer opgenomen beleid vast te stellen om een geharmoniseerd referentiekader voor de borging van in industrie gebruikt PBB te realiseren.



## Hoofdstuk 2 Soorten PBB's

### 2.1 Specifieke kenmerken PBB's

Hieronder zullen de specifieke kenmerken van 3 in de industrie veel toegepaste categorieën PBB's besproken worden.

Het betreft:

- Cementachtige materialen
- Brandwerende of brandvertragende coatings en afdichtingen van polymeren
- Brandwerende of brandvertragende vezels

#### 2.1.1 Cementachtige materialen

##### Doel

Bescherming tegen warmtestraling waardoor de integriteit (draagkracht, stevigheid) van het bouwwerk, de constructie van het in cement ingepakte materiaal bij brand langer behouden blijft.

##### Algemeen

In het cementachtige materialen kunnen vulstoffen opgenomen worden die de resistentie tegen het effect van de vlammen en warmtestraling verhogen. Het gaat hierbij om vermiculite (geëxpandeerde mica) en vezels van mineralen en keramische materialen.

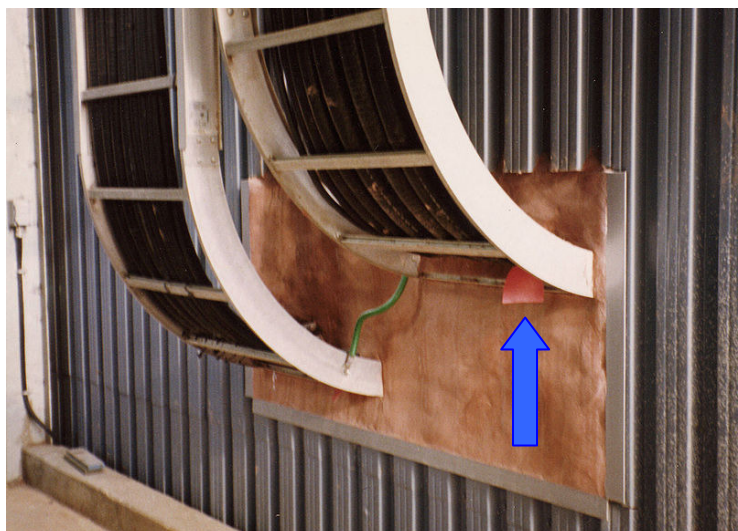
De beschermende werking is gebaseerd op warmte-isolerende werking en deels de verdamping van in het materiaal aanwezig water. De verdamping van het aanwezige water geeft afkoeling van het onderliggende oppervlak.

Dit materiaal kan aangebracht worden op oppervlakken met verschillende modellen en vormen. Het aanbrengen op vormen met scherpe bochten vraagt echter extra aandacht wil de kwaliteit gegarandeerd zijn.

**Figuur 1**

Hier is mortel toegepast in een frame om de brandwerendheid van een wand te behouden op een plaats waar een kabelgoot door de wand is gevoerd. Kabels en goot hebben zelfde brandwerendheid als de wand.

In verband met beheer, inspectie, onderhoud is een label met tagnummer aangebracht.



Mortel waarin oxychlorides voorkomen zullen corrosie van staal bevorderen. In Portland cement komen deze oxychlorides niet voor.

Inspecteren van eenmaal aangebracht mortel is vrijwel onmogelijk zodat het alleen aangebracht mag worden door een hierin gespecialiseerd bedrijf die zijn personeel aantoonbaar opleidt en traint voor deze werkzaamheden.

Er moet altijd een top laag op de aangebrachte mortel aangebracht worden omdat 'cement' poreus is. Deze toplaag moet gedurende de volledige levenscyclus goed onderhouden worden. De laag moet niet aangetast worden door de koolwaterstof die betrokken is bij het brandscenario. Bij oplevering moet een instructie hiervoor deel uitmaken van het informatiepakket.

PBB o.b.v. cement moet beschermd worden tegen aanrijding en andere externe krachten. Het kan snel beschadigen door slagkracht. Beschadigd PBB verliest zijn werking. Daarom moet het regelmatig geïnspecteerd worden. In de bij oplevering meegeleverde documentatie moet hier specifiek aandacht aan besteed worden.

Niet gegalvaniseerd staal waarop cementachtige fire proofing wordt aangebracht, moet eerst voorbehandeld worden door het te gritstralen. De roestgraad van het oppervlak vóórdat het gestraald wordt voldoen aan staalklasse A, B of C volgens ISO 8501-1 (dus géén staal waarvan de walshuid door roesten is losgelaten of staal dat door putvormige corrosie is aangetast). Informatie hierover moet terug te vinden zijn in de instructie van de leverancier. In het bij oplevering van het systeem bijgeleverde logboek moet vastgelegd worden dat deze voorbehandeling heeft plaatsgevonden en dat er een inspectie is uitgevoerd voordat de fire proofing is aangebracht. Bouwvuil zoals betonresten en betonsluiser moeten vooraf zijn verwijderd. Na het gritstralen moet het oppervlak voldoen aan reinheidsgraad SA-3 of SA-2 conform ISO 8501-1 waarna een geschikt conserveermiddel met de juiste laagdikte aangebracht moet worden nadat de hechtingsankers en het gaas, dat dient als versteviging, aan het staal zijn bevestigd.

In bijlage 2 van dit document is ter illustratie van bovenstaande de NORSOK M-501 Standard: *Surface preparation and protective coating* opgenomen. Deze standaard geeft informatie over de noodzakelijke voorbehandeling van een oppervlak waarop de PBB wordt aangebracht.

#### Verschillende uitvoeringsvormen

##### *Cementachtig materiaal met een hoge dichtheid*

Nieuw aangebracht 'mortel' met een hoge dichtheid reageert alkalisch en zal daarom niet corrosiebevorderend werken. Mortel dat al enige tijd geleden is aangebracht verliest zijn alkalische eigenschappen en zal pH neutraal worden.

Bij het aanbrengen van de mortel zal het krimpen waardoor openingen kunnen ontstaan tussen het cement en het materiaal (metaal) waar het op aangebracht is. Hierdoor kan water/brandbare vloeistof intreden en corrosie en schade door vorst ontstaan.

Daarom moet hierop na het aanbrengen van de mortel gecontroleerd worden. Deze openingen moeten met hiervoor geschikt (flexibele) kit met minimaal dezelfde eigenschappen als het cement, worden afgedicht.

Met name cement met een hoge dichtheid dat blootgesteld wordt aan een koolwaterstof plasbrand kan gaan flaken waarbij er stukken cement worden weggeslingerd. Dit kan een risico vormen voor de omgeving en de mensen die zich daar bevinden. Daarnaast verliest het cement zijn beschermende functie.

Cement met een hoge dichtheid dat is aangebracht als fireproofing moet voldoen aan de criteria van een geschikte standaard zoals de ASTM C150 (type 1A) of een aantoonbaar gelijkwaardig normatief referentiekader.

##### *Cement met een lage dichtheid*

(ook wel licht gewicht cement genoemd)

Lichtgewicht cement of vermiculite zal niet gaan flaken als het blootgesteld wordt aan een koolwaterstof brand. Het is erg poreus en kan de koolwaterstof (vloeistof) absorberen. Daardoor gaat de stevigheid achteruit, vermindert de hechting aan het materiaal (metaal) waar het op aangebracht is en kan dit materiaal gaan corroderen.

Het is belangrijk om dit soort 'cement' aan te brengen in een gaasconstructie die het geheel bij elkaar houdt als het wordt blootgesteld aan een koolwaterstof plasbrand en vlammen met een hoge intensiteit zoals jet fires.

**Figuur 2**



Hier wordt een brandwerende mortel aangebracht bij een doorvoering in een vloer zodat deze vloer de brandwerende eigenschappen behoudt die eraan gesteld zijn.

De leidingen moet dezelfde eigenschappen hebben en derhalve ook voorzien worden van een PBB.

Sommige soorten lichtgewicht mortel zijn pH neutraal en daardoor niet agressief voor het metaal waar het op aangebracht wordt. Voor meer informatie wordt verwezen naar de volgende website: <http://www.schundler.com/const.htm>

#### *Pleister werk op basis van Magnesium Oxychloride*

Dit materiaal is ongeschikt om als fire proofing te worden toegepast. Het is corrosief en niet weerbestendig.

#### *Panelen en beplating bedekt met cementachtige materialen*

Hierbij wordt het brandwerende of brandvertragende materiaal als platen aangebracht op bijvoorbeeld een wand. Maar ook kolommen, liggers of staalconstructies worden met dit materiaal bekleed. Op de website <http://www.promat.nl/> is uitgebreide informatie over PBB met behulp van panelen en beplating te vinden.

Bij gebruik van deze panelen moet nagegaan worden of deze geschikt zijn voor toepassing in de buitenlucht. Tevens moet vooraf duidelijk zijn of de mechanische bevestigingssystemen dezelfde brandwerendheid hebben als de beplating en op welke wijze de connectie tussen panelen moet worden uitgevoerd om te ook op die plaats de brandwerendheid te garanderen.

## **2.1.2 Brandwerende of brandvertragende coatings en afdichtingen van polymeren**

### Doel

- Bescherming tegen warmtestraling om de integriteit en/of functiebehoud van de aangestraalde (dragende) constructie of object

### Algemeen

Deze vorm van PBB kent veel toepassingsmogelijkheden. Het wordt aangebracht op staalconstructies in de vorm van epoxy coatings en als plastische en pasteuze materialen (waaronder bepaalde PUR-schuim uitvoeringen) en ook gebruikt in materialen voor strips (deuren) en manchetten (doorvoeringen). Met name de epoxy coatings zijn erg populair en worden veelvuldig gebruikt in de

industrie bij LNG tanks en ter vervanging van cementachtige materialen. Epoxy coatings genereren bij brand veel rook en zijn daarom niet geschikt voor gebruik in gebouwen.

De coatings, plastische en pasteuze materialen hechten zich, mits correct toegepast, goed aan metaal en oppervlakken van veel andere materialen en kunnen in allerlei modellen en vormen worden aangebracht.

**Figuur 3**



LPG tank voorzien van fireproofing

In de plastische en pasteuze materialen die toegepast worden, moet vaak een metalen rooster als versterking worden aangebracht. Dit bevordert het in stand houden van de hechting en zorgt er tijdens een brand voor dat vorm behouden blijft.

Bij kans op blootstelling aan een jet-fire zijn voor de goede werking aanvullende voorzieningen in de vorm van een rooster dat bestaat uit koolstof / glasvezel en het aanbrengen van een significant dikkere laag van het plastische of pasteuze materiaal noodzakelijk.

Op basis van de werking, kan onderscheid gemaakt worden tussen materialen die opzwellen en materialen die sublimeren.

De eerste categorie materialen kan weer opgesplitst worden in (epoxy) spraycoatings, verven en lakken die worden aangebracht op het oppervlak van het materiaal die bescherm moeten worden tegen de effecten van een brand.

Brandwerende verven zijn niet geschikt bij blootstelling aan koolwaterstof branden.

Het materiaal waar de coating op aangebracht wordt, moet tenminste reinheidsgraad SA 2,5 volgens ISO 8501-1, hebben. Een primer (substrate in figuur 3) die wordt aangebracht moet de hechting tussen de coating en het oppervlak realiseren.

Het is altijd aan te bevelen om de aangebrachte coating van een toplaag te voorzien. Deze is in ieder geval noodzakelijk als de coating is aangebracht op onderdelen die blootgesteld kan worden aan vocht. Als de toplaag om esthetische redenen wordt aangebracht moet expliciet worden nagegaan of het materiaal van de toplaag de coating niet aantast of de werking ervan nadelig beïnvloedt.

**Figuur 4**

Vezeldoek wordt aangebracht waarna de epoxycoating wordt opgebracht op een tank.

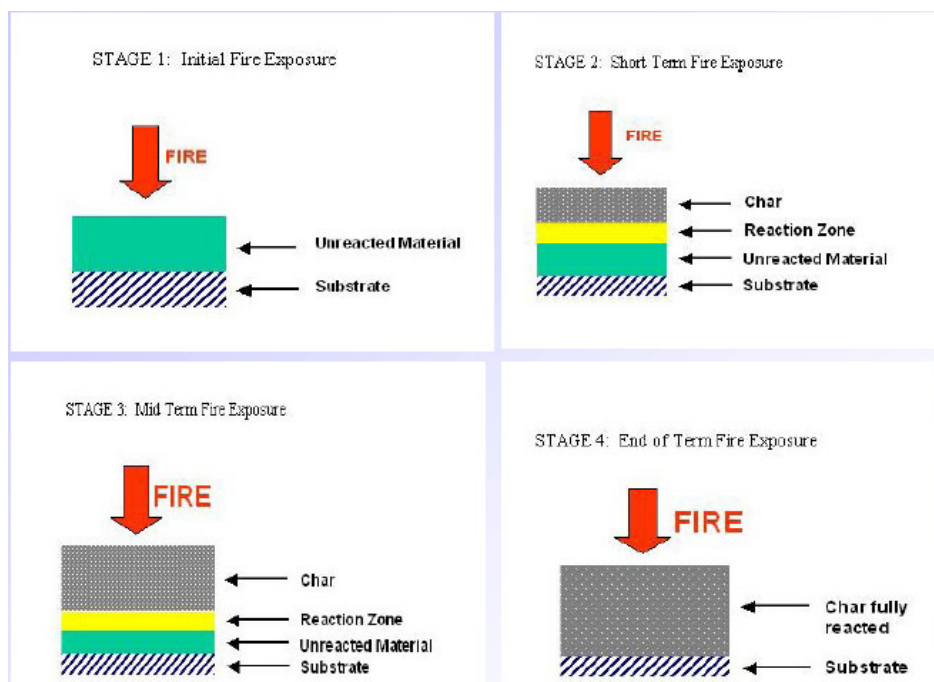


Bij de categorie materialen die sublimeren gaat een deel van de vaste stoffase op het te beschermen oppervlak gelijk over in de gasfase (= sublimeren). Op het oppervlak zelf blijft alleen roet (char in figuur 3) over. Voor deze 'verdamping' is warmte nodig. Hiermee wordt het I-profiel tijdelijk beschermd tegen opwarming. Hieronder is wordt dit eerst schematisch weergegeven en vervolgens is te zien wat er gebeurt met een stalen I-profiel waarop deze coating is aangebracht.

Doordat dit materiaal wordt opgeofferd, levert het slechts een eenmalige bescherming. Sublimerende materialen worden toegevoegd aan de kunststof. In dit geval is er sprake van een product, waarvan de brandwerendheid tegen een erkende normatief referentiekader dient te worden vastgesteld.

Deze coatings kunnen tijdens blootstelling aan brand giftige dampen en gassen afgeven.

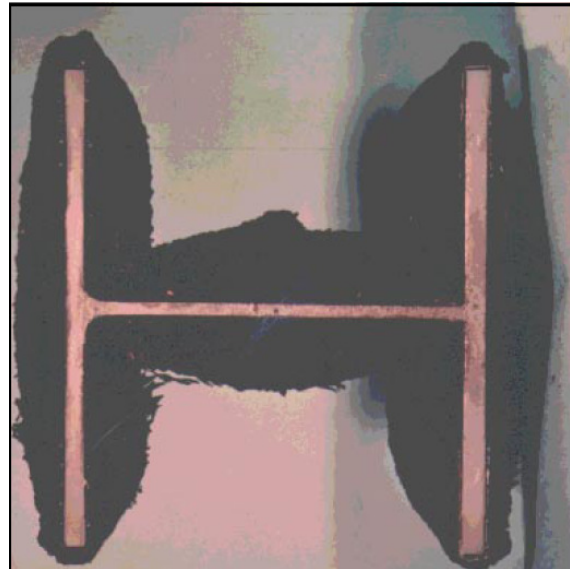
**Figuur 5: Voorbeeld sublimerend materiaal**



In bovenstaande illustratie wordt in het eerste plaatje de uitgangssituatie weergegeven. Er is een substraat dat ervoor zorgt dat het materiaal dat moet fungeren als fire proofing hecht aan het oppervlak dat beschermd moet worden tegen brand.

Als de brand ontstaat zal een deel van de fire proofing langzaam verdampen (sublimeren) als gevolg van de warmte die de brand veroorzaakt. Een ander deel van de fire proofing verkoolt. Het verdampen zorgt voor de afkoeling waardoor het onderliggende oppervlak niet zal opwarmen.

Hieronder is een I-profiel dat voorzien is van fire proofing te zien voor en nadat het is blootgesteld aan een brand.



### 2.1.3 Brandwerende of brandvertragende vezels

#### Doel

Thermische isolatie die tevens moet fungeren als passieve bescherming tegen de gevolgen van brand in de directe omgeving.

#### Algemeen

In de praktijk worden warme of koude procesonderdelen veelal voorzien van een thermische isolatie om verlies van warmte, respectievelijk koude tegen te gaan. Deze isolatie biedt zonder nader behandeling geen bescherming tegen de hittestraling die het gevolg is van een brand. Er dienen aanvullende voorwaarden aan dit isolatiemateriaal gesteld te worden als het tevens dienst moet doen als passieve bescherming tegen de gevolgen van brand in de directe omgeving. Het moet bestand zijn tegen blootstelling aan temperaturen van 650 °C en mag alleen bestaan uit dekens en matten gemaakt van een van de volgende niet brandbare materialen:

- a) Calciumsilicaat
- b) Steenwol (gewoonlijk niet geschikt voor plasbrand waarbij koolwaterstoffen zijn betrokken)
- c) Perlite (merknaam)
- d) Geëxpandeerd aluminiumsilicaat
- e) Glaswol met additieven
- f) Keramische vezels

**Figuur 6**



Voorbeeld van het gebruik van steenwol fireproofing. Iedere steenwoldeken is gehuld in een beschermingshoes.

Alle vezelmaterialen nemen vocht en kunnen daarom ook brandbare vloeistoffen opnemen. Het aanbrengen van een coating met siliconen op de vezels kan ervoor zorgen dat het materiaal enigszins waterafstotend wordt. Het gevolg van deze behandeling is dat koelen met water vrijwel geen effect meer heeft. Het is daarom beter deze isolatiematerialen niet toe te passen op locaties waar ze in aanraking kunnen komen met vloeistoffen.

Isolatiemateriaal dat in contact is gekomen met brandbare vloeistoffen, ook als ze een hoog vlampunt hebben, moet altijd direct verwijderd en vervangen worden. Ze kunnen een snelle onbeheersbare verspreiding van brand veroorzaken omdat de brandbare vloeistof een zeer groot contactoppervlak heeft gekregen door de adsorptie aan de vezels.

Ook moet men alert zijn op het ontstaan van corrosie onder de isolatie laag als gevolg van condens. Isolatiemateriaal dat standaard wordt aangebracht is niet bestand tegen blootstelling aan jet fires.

Deze combinatie van isolatie en fire proofing is niet bestand tegen mechanische beschadiging.

Een bijkomend voordeel is dat deze vorm van isolatiemateriaal verwijderd kan worden voor inspecties. Het opnieuw aanbrengen vraagt de nodige zorgvuldigheid, deskundigheid en ervaring.

## Hoofdstuk 3 Criteria en Normen

### 3.1 Inleiding

Helaas is het niet mogelijk om op een eenduidige manier weer te geven aan welke criteria en normen voldaan moet worden bij het toepassen van PBB. Er heeft geen harmonisatie plaatsgevonden van normen en normatieve referentiekaders. Producenten en leveranciers van PBB gebruiken door hen zelf ontwikkelde testen en testprocedures en criteria. Ook zijn er (rapporten van) testlaboratoria die niet door ieder land worden erkend.

Er is sprake van een waar oerwoud met testinstituten, normen en criteria die gehanteerd worden. Om meer eenduidigheid te bewerkstelligen wordt door de brandweer o.a. gestreefd naar certificeringsregelingen onder accreditatie die in beheer zijn bij het CCV zoals beschreven in paragraaf 1.5 van deze werkwijzer.

### 3.2 Testlaboratoria

Hieronder wordt een niet limitatieve opgave gegeven van de vele laboratoria die testen kunnen uitvoeren op de geschiktheid van PBB's voor bepaalde toepassingen:

- Prins Maurits Laboratorium van TNO voor blast resistance
- Efectis/TNO
- Building Test Centre - British Gypsum
- Underwriters Laboratories
- FM Global
- National Research Council in Canada
- BMB at Technische Universität Braunschweig
- Underwriters' Laboratories of Canada
- BAM Berlin

### 3.3 Brandcurve

In Nederland wordt voor het verloop van een brand uitgegaan van de standaard brandcurve, waarin het oplopen van de temperatuur tijdens een brand wordt uitgezet tegen de tijd. Hierbij wordt uitgegaan van een brand in celluloseachtig materiaal zoals hout. Cellulose-branden komen met name voor bij klassieke woonfuncties. Tijdens zo'n brand loopt de temperatuur van de omgeving in functie van de tijd gestaag op tot rond de 1000 °C. Het duurt meestal een uur voordat deze temperatuur bereikt wordt. Branden waarbij onvlambare of brandbare vloeistoffen zijn betrokken hebben een veel snellere temperatuurontwikkeling. In 5-15 minuten wordt vaak al een temperatuur van 1200 oC bereikt. Dit levert een andere brandcurve op en betekent dat aan een PBB die wordt blootgesteld aan een brand met koolwaterstoffen veel zwaardere prestatie-eisen moeten worden gesteld dan die bij een brand met celluloseachtig materiaal.

Maar er zijn nog andere factoren die een rol spelen. Een goed voorbeeld is een plas die ontstaat door lekkage van zeer licht ontvlambaar cryogeen LNG (liquified natural gas). Zo'n plas heeft een temperatuur van tenminste – 162 °C of zelfs lager. De PBB die hiermee in aanraking komt moet niet alleen hitte bestendig zijn maar ook de koude schok kunnen overleven.

Door gebrek aan harmonisatie bestaan er ook van de koolwaterstof brandcurve verschillende versies. Ze verschillen weliswaar niet erg veel van elkaar, maar het is toch belangrijk om bij de beoordeling van de geschiktheid van PBB's na te gaan van welke koolwaterstof brandcurve is uitgegaan.

Op de volgende pagina zijn plaatjes opgenomen met brandcurves die veelvuldig worden gebruikt in de westerse wereld.



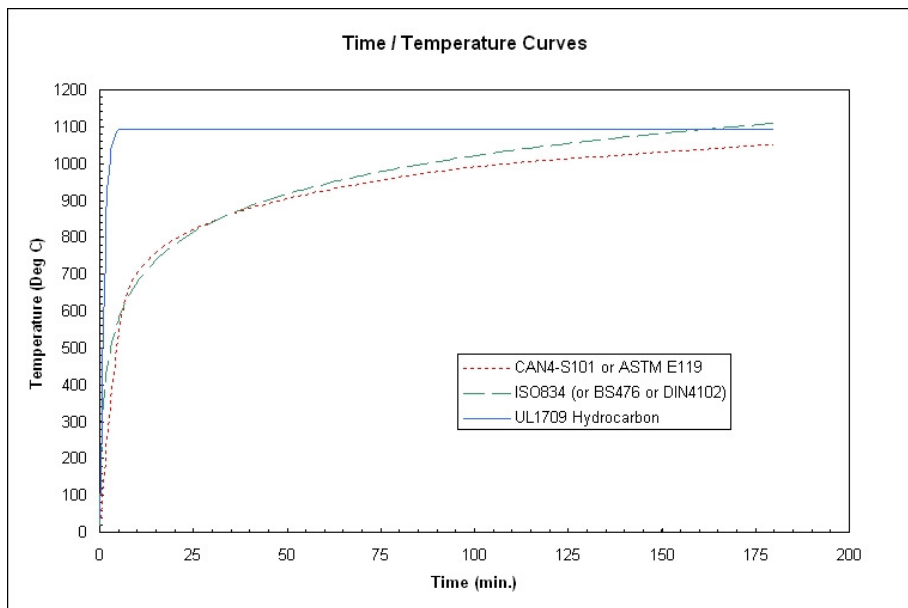
De verschillen tussen de plaatjes worden veroorzaakt doordat niet steeds dezelfde koolwaterstoffen worden gebruikt. Maar ook de testomgeving is van invloed. Het is derhalve van belang om alle details van de test te weten.

Voor Jet-fires bestaan ook verschillende testen. Ook hiervoor geldt dat alle details van de uitgevoerde test meegeleverd moeten worden en niet alleen de uitkomst ervan.

**Figuur 7**

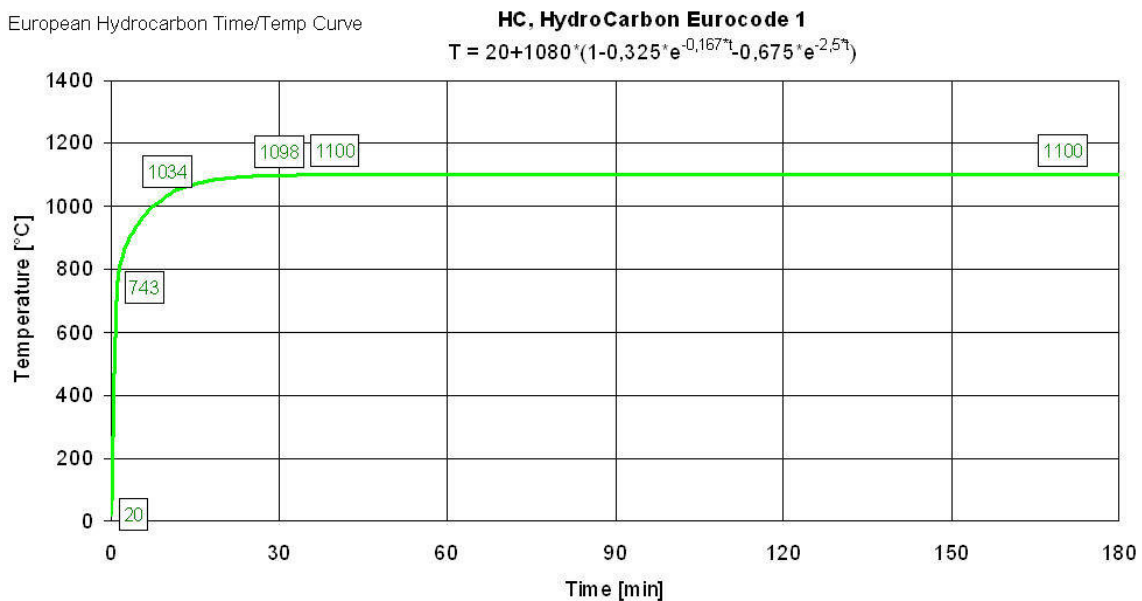
Koolwaterstof brandcurve die in Europa en Noord Amerika door producenten van PBB's (firestop, branddeuren, verbindingselementen van brandwerende vloeren) gebruikt wordt voor het uitvoeren van testen volgens genoemde normen.

Behalve de UL test hebben alle andere getoonde curves betrekking op cellulose branden



**Figuur 8**

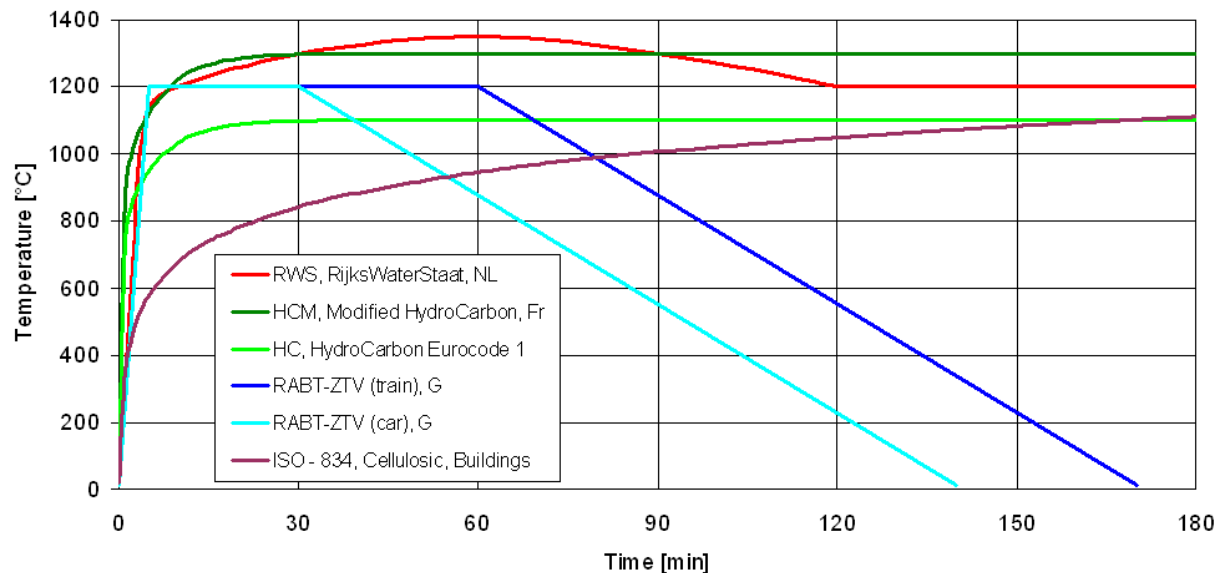
Een andere koolwaterstof curve die eveneens in de westerse wereld wordt gebruikt voor het uitvoeren van testen op systemen met PBB's



In onderstaand figuur zijn meerdere samen weergegeven voor diverse brandcurves in tunnels. Het is duidelijk te zien dat ook voor dezelfde situatie meerdere sterk van elkaar afwijkende waarden worden gehanteerd.

**Figuur 9**

Uiteenlopende brandcurves die worden gehanteerd voor branden in auto- en treintunnels



### 3.4 Normen voor toepassingen PBB in de industrie

Hieronder wordt een overzicht gegeven van veel voorkomende normatieve referenties die van belang zijn bij het toepassen van PBB in de industrie.

- API Publ 2218  
*Fireproofing Practices in Petroleum & Petrochemical Processing Plants*  
Edition: 2<sup>nd</sup>, American Petroleum Institute. 01-Aug-1999

In deze publicatie worden aan de hand van een risk-based opzet de voorwaarden en criteria beschreven voor het toepassen van fireproofing voor objecten en constructies op het land, die worden blootgesteld aan plasbranden in de (petro)chemische industrie. In deze richtlijn het begrip fireproofing en de mogelijkheden in relatie tot dergelijke installaties te begrijpen. Deze norm gaat niet in op fireproofing bij blootstelling aan jet-fires en zogenaamde vapour cloud explosies.

API 2218 beschrijft een proces en geeft geen informatie over de wijze waarop fire proofing moet worden ontworpen voor een specifiek object of constructie.

- BSI BS 476 PART 20  
*Fire Tests on Building Materials and Structures Part 20: Method for Determination of the Fire Resistance of Elements of Construction (General Principles)* BS 476-22:1987

Methode om te testen wat weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een brand.

- BS 476-21:1987  
*Fire tests on building materials and structures. Methods for determination of the fire resistance of loadbearing elements of construction*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de dragende constructie van een bouwwerk biedt tegen een brand.

- BS 476-23:1987  
*Fire tests on building materials and structures. Methods for determination of the contribution of components to the fire resistance of a structure*

- ASTM E119 - 08a  
*Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een brand.

- ASTM E1529  
*Standard Test Methods for Determining Effect of Large Hydrocarbon Pool Fires on Structural Members and Assemblies*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een koolwaterstofbrand brand.

- NACE RP0198  
*The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials - A Systems Approach*

Methode om corrosie onder aangebrachte PBB te voorkomen/beheersen.

- UL 1709  
*Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een koolwaterstofbrand.

- ENV 13381-4:2002  
*Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members. Applied protection to steel members*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een brand.

- OTI 95-634  
*Jet Fire Resistance Test of Passive Fire Protection Materials*

Methode om te testen welke weerstand een bepaalde uitvoering van PBB in combinatie met de constructie van een bouwwerk biedt tegen een jetfire.

- NORSOK standard M-501  
*Surface preparation and protective coating*

Methode voor het behandelen van oppervlakken voordat PBB wordt aangebracht. (zie bijlage 2 van deze werkwijzer).

Verder is het van belang te weten dat er diverse testen zijn waarmee de veroudering van PBB's getest kunnen worden en het gedrag tijdens een repressieve inzet bij brand. Uit de praktijk blijkt dat aanwezige PBB's ernstig worden beschadigd door de inzet van waterstralen onder druk. Hierdoor wordt het verloop van het incident negatief beïnvloed.

## Hoofdstuk 4 Best Practices

### 4.1 Inleiding

Omdat er nog geen sprake is van eenduidige werkwijze en/of een certificatieregeling die uitgaat van de in Nederland gehanteerd opzet en beheer door het CCV, wordt in dit hoofdstuk het proces beschreven dat doorlopen kan worden bij het toepassen van PBB's. Dit proces doorloopt de algemeen gehanteerde Plan (1) – Do (2) – Check (3) – Act cyclus (4).

Relevante aspecten van iedere stap van deze PDCA-cyclus worden in de paragrafen 4.3 t/m 4.9 behandeld. Er wordt naar gestreefd om hierbij zo volledig mogelijk te zijn. Maar er kunnen bij ieder object of constructie altijd aspecten zijn die niet in deze werkwijzer benoemd zijn, maar die wel in het bewuste deel van het proces behandeld moeten worden.

### 4.2 Beoordelen bestaande PBB

Bij bestaande PBB kan gestart worden met een visueel inspectie om na te gaan of er sprake is van scheuren in de PBB, er bladders zitten op de deklaag, stukken PBB ontbreken of de PBB niet meer een geheel vormt of zelfs roest door de PBB heen komt. Als dit het geval is, is het aannemelijk dat de integriteit van de PBB niet geborgd is. Het is van belang om te beoordelen of de *defecte* PBB hierdoor niet alleen zijn functie heeft verloren maar daarnaast het verloop van incidentscenario ook negatief beïnvloedt. Hier kan sprake van zijn wanneer een beschermlaag op en poreuze PBB beschadigd is en als gevolg hiervan een ontvlambare vloeistof erin kan dringen.

Daarom moet als eerste het incident scenario opnieuw worden uitgewerkt voor de bestaande situatie. Voor vervanging van de PBB zal een plan van aanpak moeten worden opgesteld dat beoordeeld moet worden door het bevoegde gezag. Voor de nieuw aan te brengen PBB zullen de stappen die beschreven zijn in de paragrafen 4.3 t/m 4.9 moeten worden doorlopen.

Als de visuele inspectie geen directe aanleiding geeft om te twifelen aan de integriteit van de PBB zal vervolgens een gedegen historisch onderzoek van de dossiers moeten worden uitgevoerd om te achterhalen:

- voor welke brandscenario's de PBB is aangebracht en welke rol de PBB in die scenario's heeft;
- uit welk materiaal de PBB bestaat en welke specificaties hierbij zijn gehanteerd;
- door wie en hoe deze is aangebracht;
- wat de levensduur is van de PBB en;
- hoe deze sinds het aanbrengen is onderhouden.

Het referentiekader voor het beoordelen van de volledigheid en juistheid van deze informatie is opgenomen in de paragrafen 4.3 t/m 4.9.

Mocht uit dit onderzoek blijken dat alleen de informatie voor de stappen 4.6 t/m 4.9 niet juist en/of volledig is, dan kan overwogen worden een aantoonbaar deskundige inspectie-instelling een technisch onderzoek te laten uitvoeren teneinde de ontbrekende informatie over de kwaliteit van de PBB in beeld te brengen. De informatie voor de stappen 4.3 t/m 4.5 moet altijd beschikbaar zijn.

Indien het niet lukt om de informatie volledig boven water te krijgen dan zal ook hier als eerste het incident scenario opnieuw moeten worden uitgewerkt voor de bestaande situatie. Voor vervanging van de PBB zal een plan van aanpak moeten worden opgesteld dat beoordeeld moet worden door het bevoegde gezag. Voor de nieuw aan te brengen PBB zullen de stappen die beschreven zijn in de paragrafen 4.3 t/m 4.9 moeten worden doorlopen.

### 4.3 Analyse brandrisico (stap 1A)

Voordat nagedacht kan worden over het aanbrengen of installeren van één of meerdere vormen van PBB in een bouwwerk of installatie zal eerst de analyse van het brandrisico moeten worden uitgevoerd. Voor nadere informatie over en hulp voor het uitvoeren deze stap in de PDCA-cyclus wordt primair verwezen naar de door het Centrum Industriële Veiligheid uitgegeven Werkwijzer Brandrisicoanalyse (Januari 2009 – [www.centrum-iv.nl](http://www.centrum-iv.nl)).

Het uitvoeren van een gedegen brandrisicoanalyse levert één of meerdere incidentscenario's op voor het bouwwerk of de constructie waar PBB mogelijk een rol kan spelen om de gevolgen van het brandscenario te beheersen.

Hieronder is een aantal specifieke aspecten benoemd, die in relatie tot het gebruik van PBB's bekend moeten zijn.

- a. Welke stof zal primair tot ontbranding komen?  
Het is i.v.m. het brandgedrag belangrijk om te weten of de PBB voor deze specifieke stof is getest.
- b. Kan er ook sprake zijn van een explosie voorafgaande aan de brand?
- c. Is er sprake van een binnenbrand of een buitenbrand?  
Dit is belangrijk omdat sommige PBB's bij blootstelling aan een brand giftige dampen afgeven.  
Terwijl andere PBB's slecht bestand zijn tegen weersinvloeden.
- d. Wat zijn de chemische eigenschappen van deze stof?  
Wordt de PBB zelf, de aangebrachte beschermlaag, of de bevestiging van de PBB aangetast door deze stof?
- e. Wat is de aggregatietoestand van de stof als die vrijkomt?  
Als het bijv. gaat om een ontvlambaar cryogene stof, dan moet de PBB (indien deze daarmee in contact kan komen) ook bestand zijn tegen de extreem lage temperatuur van deze stof.
- f. Om welk initieel scenario gaat het?  
Is er bijvoorbeeld sprake van een explosieve ontsteking?  
Is er sprake van een jet-fire?  
Is er sprake van een plasbrand en bevindt de PBB zich deels in de plas?
- g. Hoe hoog komen de vlammen?  
De dekkingsgraad van de PBB moet uitgestrekter zijn dan de omvang van de brand. Wat zegt de norm die voor het testen van de PBB is gebruikt over dit aspect?
- h. Welke onderdelen worden blootgesteld aan de vlammen en welke worden alleen aan warmtestraling blootgesteld?
- i. Hoe lang kan de brand duren (worst case)?
- j. Verandert de samenstelling van de stof die in brand staat tijdens de brand?  
Dit is vooral bij een mengsel van stoffen van belang. Tegen het einde van de brand kan er sprake zijn van andere temperaturen dan aan het begin van de brand.
- k. Is er sprake van een uitbrandscenario of zal er een repressieve inzet plaatsvinden?  
Dit is nodig om de benodigde standtijd van de PBB te benoemen.
- l. Welke middelen en systemen worden gebruikt bij de repressieve inzet?

#### **4.4 Doel en prestatie-eis PBB (stap 1B)**

De antwoorden van stap 1A vormen de basis voor stap 1 B, het benoemen van het doel dat met het aanbrengen van de PBB moet worden bereikt. De PBB kan tot doel hebben de Wbdbo van een brandcompartiment gedurende X minuten te garanderen. Het is zaak hierbij altijd volledig te zijn.

In figuur 10 is een foto te zien van een brandwerende muur tussen twee brandcompartimenten, waarbij de doorvoeringen door die muur keurig zijn afgewerkt zodat de brandwerendheid en draagkracht van de muur in tact is gebleven. Ook de kabels (die in praktijksituaties vaak over het hoofd worden gezien) hebben in dit geval dezelfde brandwerendheid als de muur. Maar het stalen I-profiel dat deel uitmaakt van de dragende constructie is niet beschermd. Bij aanstraling door brand zal deze doorbuigen en de brandwerende scheiding tussen de compartimenten beschadigen.

**Figuur 10: PBB voldoet niet aan het beoogde doel**



Als het doel (Wbdbo van X minuten garanderen) van de PBB bekend is, kunnen hier prestatie-eisen aan gekoppeld worden. De PBB moet gedurende tenminste X minuten zijn functie en het functiebehoud van de constructies waar deze op aangebracht zijn garanderen.

De levensduur van een PBB is ook een prestatie-eis die nog wel eens vergeten wordt. Als bijvoorbeeld een opslagvat eens in de 5 jaar geheel uit bedrijf moet omdat deze dan gekeurd, getest of onderhouden moet worden, dan is het niet verstandig om op dat opslagvat een PBB aan te brengen met een levensduur van 3 jaar. In de praktijk zal men geneigd zijn die PBB toch 5 jaar te laten zitten. Dit geeft een vals gevoel van veiligheid.

Op basis van de antwoorden van stap 1A & 1B kan vervolgens een Programma met Eisen (PvE) voor de te realiseren PBB's worden opgesteld.

#### **4.5 Keuze PBB (stap 1C)**

Het blijkt in de praktijk vaak noodzakelijk meerdere soorten PBB's in samenhang met elkaar te gebruiken.

Aan de hand van het opgestelde PvE kan blijken dat een aantal PBB's potentieel geschikt kunnen zijn.

Voor iedere PBB zullen de volgende vragen beantwoord moeten worden.

- a) Volgens welke methodes zijn de prestatie-eisen van de PBB bij brand/explosie getest? Het is belangrijk om, gelet op de beoogde toepassing, te weten welke testmethode is gebruikt. Niet iedere methode is geschikt.

- b) Waar zijn deze testen door wie uitgevoerd?  
Niet alle laboratoria beschikken over voldoende kennis om testen goed uit te voeren.
- c) Zijn de resultaten van deze testen openbaar?  
Het is een voorwaarde dat de informatie openbaar is.
- d) Is die test representatief voor de stoffen en condities van de incidentscenario's die de uitkomst zijn van de brandrisicoanalyse (stap 1A)?
- e) Is de PBB getest op veroudering of voor de levensduur?  
Zo ja, dan dezelfde vragen stellen als onder a t/m d.
- f) Kan de PBB beschadigd worden door de repressieve inzet?
- g) Moet de PBB beschermd worden tegen krachten van buitenaf (aanrijbeveiliging, e.d.)?

#### **4.6 Plan van aanpak (stap 2A)**

Vooraf die situaties waarbij meerder vormen van PBB's naast elkaar gebruikt zullen worden is het noodzakelijk om een Plan van Aanpak (PvA) te maken waarin verschillende activiteiten elkaar in een logische volgorde opvolgen. We kennen het voorbeeld van de net geasfalteerde weg die weer opengebrouwen wordt omdat er nog een kabel voor de lantaarnpalen moet worden aangelegd. Dit moet en kan bij het aanbrengen van PBB's worden voorkomen door het opstellen van een integraal PvA.

#### **4.7 Eisen aan Installatiebedrijf (stap 2B)**

De installatiebedrijven moeten beschikken over een kwaliteitssysteem waarbinnen de volgende informatie (indien van toepassing) beschikbaar is.

##### Het product

- Productinformatieblad PBB.
- Wijze waarop PBB voordat dit wordt toegepast moet worden opgeslagen en behandeld om de kwaliteit ervan te garanderen.
- Registratiesysteem waaruit blijkt dat hieraan voldaan wordt.

##### De verwerking van het product

- Instructies hoe het product verwerkt moet worden, inclusief (kwaliteitseisen) verankeringen en aan te brengen verstevigingen, en onder welke condities.  
Bepaalde soorten PBB's, zoals cementachtige materialen en harsen, mogen niet verwerkt worden als de luchtvochtigheid te hoog is of de omgevingstemperatuur te hoog of te laag is.
- Instructies over en kwaliteitseisen voor noodzakelijke voorbehandeling van de ondergrond waarop PBB's worden aangebracht.
- Instructies over noodzakelijke nabehandeling PBB, zoals het aanbrengen van een deklaag.

##### Het personeel

- Beschrijving van noodzakelijk kennis, opleiding en training van het personeel die met de PBB's moet werken.

##### Het dossier

- Project info met volgende gegevens
  - Locatie
  - Naam bedrijf waar PBB is aangebracht
  - Projectnummer
  - Naam installateurs
  - Naam toezichhouders van de installateur
  - Details van inspecties/controles tijdens uitvoering project



- Beschrijving bijzonderheden, afwijkingen en problemen en genomen maatregelen/oplossingen. Daar waar nodig moet dit ook aangegeven worden op de tekening die bij het PvE zit.
- Batchnummers van gebruikte producten
- Gegevens metingen (zoals omgevingstemperatuur, luchtvochtigheid, e.d.)
- Tag-nummers
- Opleveringsrapport

Gelijktijdig met het opleveringsrapport moeten de volgende documenten worden overgelegd:

- Verwachte levensduur PBB
- Instructie (inclusief frequentie) voor, inspectie, controle, onderhoud, beheer, reparatie PBB, inclusief de eisen (kennis, opleiding, training) die gesteld worden aan de uitvoerder van deze activiteiten
- Afkeurcriteria PBB
- Logboek (ingevuld tot de datum van oplevering)

### **4.8 Inspectie & Controle (stap 3)**

De drijver van de inrichting waar het bouwwerk of de constructie staat waarbij PBB's zijn aangebracht zal vervolgens zorg moeten dragen voor het opzetten en uitvoeren van de periodieke inspecties en controles. Maar er zal ook actie ondernomen moeten worden wanneer om andere redenen of nadat er een brand is opgetreden, de kwaliteit van de PBB in het geding is. De door de leverancier bij oplevering overgelegde informatie vormt het referentiekader voor het uitvoeren van inspecties en controles.

Bevindingen moeten worden opgenomen in het logboek.

### **4.9 Onderhoud & Reparatie (stap 4)**

Naar aanleiding van bevindingen van inspecties en controles kunnen acties noodzakelijk zijn om de kwaliteit van de PBB te borgen. Bij het uitvoeren van die acties moeten de kwaliteitseisen die de leverancier heeft gesteld met betrekking tot de uitvoering van werkzaamheden en reparaties in acht worden genomen.

Uitgevoerde acties moeten in het logboek worden aangetekend, waarbij ook genoteerd moet worden wie de werkzaamheden heeft uitgevoerd, met welk materiaal en onder welke condities.

Na het uitvoeren van de werkzaamheden moet een opleveringscontrole worden uitgevoerd door of namens de drijver van de inrichting.

Met de implementatie van deze laatste stap is de PDCA-cyclus volledig gesloten en kan, mits aan alle voorwaarden is voldaan, sprake zijn van een integraal geborgde brandveiligheid.

### **4.10 Toepassen PDCA-cyclus**

Ieder bedrijf dat voornemens is bij industriële bouwwerken en constructie uitvoeringsvormen van passieve brandbeveiliging toe te passen zoals die in hoofdstuk 2 van deze werkwijzer zijn benoemd, wordt geadviseerd ervoor zorg te dragen alle stappen van de PDCA-cyclus altijd nauwgezet te doorlopen en uit te voeren om de integrale brandveiligheid gedurende de gehele levensfase aantoonbaar te borgen.

Bevoegde gezagen worden geadviseerd beleid zoals opgenomen in bijlage 1 van deze werkwijzer vast te stellen en passende voorschriften op te nemen in af te geven vergunningen.

Hiermee wordt voor betrokken partijen inzichtelijk wat er van hen wordt verwacht en gelijktijdig de basis gelegd voor geharmoniseerd uitvoeringsbeleid.

In bijlage 3 van deze werkwijzer is het document *Program for Passive Fire Protection Integrity Program* van Protech opgenomen. Hierin zijn de stappen die beschreven zijn in dit hoofdstuk 4 van deze werkwijzer uitgewerkt. Deze uitwerking kan ter ondersteuning gebruikt worden.

## Hoofdstuk 5 Overige voorzieningen

### 5.1 Inleiding

In hoofdstuk 5 van deze werkwijzer wordt een opsomming gegeven van voorzieningen die door sommige partijen ook aangemerkt worden als PBB.

### 5.2 Geforceerde ventilatie onder atmosferische condities

#### Doel

Vorkomen dat er een brandbaar of explosief mengsel kan ontstaan

#### Algemeen

De ATEX 137 en 95 vormen het referentiekader waarin de voorwaarden zijn opgenomen voor het toepassen van deze techniek.

Er zijn bedrijven die aangeven, dat in bepaalde ruimtes of installaties de concentraties brandbare of explosieve stoffen zodanig laag wordt gehouden dat een incident met deze stoffen niet realistisch is. Daarnaast zijn er bedrijven die in verband met ARBO-regelgeving ventilatie aanbrengen. Om in de wintermaanden te besparen op de stookkosten wordt de ventilatie vaak geregeld door detectiesystemen in samenhang met een tijdsklok die de ventilatie buiten de openingsuren uitschakelt. Het is onduidelijk of in het laatste geval wel wordt voldaan aan het hoogste beveiligingsniveau.

De keuze van locaties voor het plaatsen van deze detectoren is cruciaal. De meest geschikte locaties zijn vaak praktisch niet haalbaar omdat ze teveel verstoring van de werkprocessen opleveren of omdat ze op die locatie snel beschadigd kunnen worden. Ook is het geen haalbare kaart om de gehele ruimte vol te hangen met detectoren.

Er is een nog een andere uitdaging, door het feit dat er geen universele detectoren bestaan die alle stoffen kunnen meten en bij veel bedrijven het pakket met producten regelmatig wijzigt. De gevoeligheid van de detector hangt sterk af van de stof die gemeten wordt.

#### Voorwaarden voor het gebruik van deze maatregel

Om geforceerde ventilatie te kunnen accepteren als een geborgde maatregel (LOD = Line of Defence), moet minimaal aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- Uitgangspunten (concentraties, inhoud te ventileren ruimte, ventilatievoud, doelstelling, e.d.) voor het aanbrengen van ventilatie moeten benoemd en beschikbaar zijn.
- Bij geforceerde ventilatie moet en niet alleen worden afgezogen, maar ook lucht worden aangevoerd. De locatie voor de afzuig- en aanvoerpunten ligt kritisch en goed doordacht gekozen worden. De motivatie voor de locaties moet worden vastgelegd in het dossier waarin de randvoorwaarden voor het gebruik van de ruimte zijn beschreven.
- Vanaf het begin helder zijn of de te ventileren ruimte onder over of onder druk moet worden gebracht. Er zijn organisatorische maatregelen en bouwkundige voorwaarden verbonden aan ruimtes die onder over- of onderdruk gebruik moeten worden.
- Aan de keuze van de ventilator(en) moet een berekening ten grondslag liggen, waaruit blijkt dat hiermee de doelstelling ruimschoots gerealiseerd kan worden.
- De ventilatie moet aangesloten zijn op noodstroom die bij een stroomstoring de mechanische ventilatie in bedrijf houdt. Of men kan ervoor kiezen de activiteiten te staken op het moment dat de ventilatie uitvalt.
- Uitval van de ventilator moet een storingsmelding op een bemenste locatie genereren. De wijze waarop met deze melding wordt omgegaan moet vastgelegd worden in een procedure die ter beoordeling is voorgelegd aan het bevoegde gezag en de brandweer.
- De ventilatie moet ex-proof zijn uitgevoerd, tenzij is aangetoond dat dit niet noodzakelijk is.
- Er moet een onderhouds- en beheersconcept voor deze installatie beschikbaar zijn en een logboek waarin dit wordt bijgehouden.  
Een periodieke capaciteitsmeting (debiet) van de ventilator moet hier onderdeel van uit maken.

- De beschikbaarheid van de installatie moet ten minste 98% op jaarbasis zijn (365[6] x 24 uur). (als de ventilator in een uur  $\leq$  20 minuten beschikbaar is geweest, wordt dit uur als niet beschikbaar aangemerkt).  
In het logboek moet hiervan een zodanige registratie worden bijgehouden dat direct inzichtelijk is wat de beschikbaarheid is van de ventilator.
- In geval van een calamiteit, kunnen middels dit ventilatiesysteem brandbare of explosieve dampen vrijkomen op een locatie waar men dit niet verwacht. Bij het ontwerp moet hier rekening mee gehouden worden. Het noodplan van het bedrijf moet eveneens voorzien in het ontstaan van deze situatie.
- In geforceerd geventileerde ruimtes kan zonder speciale voorzieningen geen hi-ex foam inside air blusinstallatie worden aangebracht.

### **5.3 Watermist of waterspray (niet bedoeld als objectkoeling)**

#### Doel

Voorkomen dat brand ontstaat, voorkomen dat een explosie optreedt, of het effect van een explosie verminderen.

#### Algemeen

Watermistsystemen werden oorspronkelijk aangebracht bij offshore installaties om brand of explosies te voorkomen. Er wordt in dat geval uitgegaan van een gasdetectiesysteem, dat direct nadat de detectoren van dit systeem aanpreken, een klep open stuurt die ervoor zorgt dat op de plaats waar het gas is vrijgekomen en de directe omgeving ervan een dikke watermist wordt gegenereerd.

Watermist is niet geschikt voor toepassing in de buitenlucht.

Omdat brand ontstaat in de damp- of gasfase van een stof en de watermist zich gedraagt als een gas wordt het goed verspreid in de explosieve atmosfeer van de damp of gaswolk. Er is dus sprake van een groot contactoppervlak tussen water- en damp/gasmoleculen. Dientengevolge worden de condities voor het ontstaan van een brand negatief beïnvloedt.

Daarnaast is de watermist in staat veel energie op te nemen waardoor de effecten van een explosie minimaal worden verminderd of zelfs niet kunnen optreden.

Dit positieve effect van watermist neemt af naarmate de watermist verder verzadigt met brandbaar gas of brandbare damp.

Het principe en de toepassing van een waterspraysysteem is anders dan dat van een watermiststelsel. Ook hier zal een gasdetectiesysteem de installatie initiëren.

Bij een spraysysteem is het contactoppervlak met het vrijkomende gas of de damp minder. Daarom is de werking ook anders. De waterspray kan afhankelijk van de oplosbaarheid in water en de grootte van de moleculen van het gas of de damp, in de waterspray worden opgelost of worden neergeslagen. Daarnaast kan de waterspray een afscherpende werking hebben t.o.v. onstekingsbronnen.

#### Voorwaarden

Om watermist en waterspray als een LOD te kunnen aanmerken moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan, te weten:

- De detectie moet betrouwbaar zijn en de dekkingsgraad moet zijn gebaseerd op een gedegen risicoanalyse van het incidentscenario.
- De stof die vrijkomt mag door contact met water het verloop van het incident niet negatief beïnvloeden.
- Het watermist-systeem moet zijn ontworpen en uitgevoerd volgens NFPA 750.
- Het watersprays-systeem moet zijn ontworpen en uitgevoerd volgens NFPA 15.

## 5.4 Detectie

### Doel

Vroegtijdig signaleren van condities (zoals een verhoogde temperatuur) of omstandigheden (zoals concentraties van stoffen) waarbij de kans op het ontstaan van een brand of het optreden van een explosie reëel is.

### Algemeen

Veel meetopstellingen kunnen aangemerkt worden als detectiesystemen. Er komen nog steeds nieuwe systemen op de markt. Daarom worden hier in 4 clusters die systemen besproken die het meest frequent voorkomen. De voorwaarden die in de rij hieronder worden besproken moeten altijd gehanteerd worden, ook bij andere niet genoemde systemen.

### 5.4.1 Temperatuurdetectie

Het detecteren van een hogere temperatuur in een proces kan op zich al betekenen dat er een brand is ontstaan. Maar bij een ongewenst hogere of verhoogde temperatuur worden ook omstandigheden gecreëerd die gunstig kunnen zijn voor het ontstaan van een brand of het optreden van een explosie. Daarom biedt de bewaking van de temperatuur bij een aantal activiteiten een uitstekende mogelijkheid om tijdig te kunnen handelen en daarmee een groot incident te kunnen voorkomen.

Temperatuurbewaking is de meest eenvoudige vorm van detectie. Toch kan hier in de praktijk veel mee misgaan. Bij onderzoek naar de oorzaak van incidenten blijkt vaak dat temperatuurmeters al tijden defect zijn zonder dat dit werd geconstateerd. Meestal wordt de temperatuur voor de LOD's waar dit document betrekking op heeft gemeten met zogenaamde thermokoppels. Er worden ook ander vormen van temperatuurdetectie gebruikt.

### 5.4.2 Gasdetectie

Allereerst wordt algemene informatie gegeven over en kalibratie van detectoren en monsterneming.

De detector van een gasdetector moet volgens de best practices circa 1 maal per week worden gekalibreerd met een geschikt kalibratiegas dat is geleverd door het NMI. Onder een geschikt kalibratiegas wordt verstaan dat het representatief (samenstelling en concentratie) is voor de stof of stoffen die gedetecteerd moeten worden.

Een algemene misvatting is dat een kalibratiegas te allen tijde homogeen is. We begrijpen dat als een gas zwaarder is dan lucht, het zonder ventilatie blijft hangen op vloerniveau. Maar de meeste mensen vergeten dat ook geldt voor een component in het kalibratiegas in een stikstof atmosfeer in een gasfles met een druk van circa 6 bar. Ook een fles met kalibratiegas moet regelmatig 'gerold' worden om de inhoud te homogeniseren. Ook begrijpt men niet dat een fles met kalibratiegas maar tot een bepaalde druk gebruikt mag worden omdat door de partiële druk van de component de samenstelling van het kalibratiegas wijzigt.

Metten is weten, maar dan moet deze LOD wel betrouwbare meetresultaten geven, met meetwaarden waarop beslissingen gebaseerd kunnen worden.

Er mag daarom ook een korte leiding voor de monsterneming gebruikt worden omdat het monster in de leiding kan veranderen van samenstelling, hoofdzakelijk door wijziging van de temperatuur. In deze leiding mag zich geen (gecondenseerde) vloeistof kunnen ophopen. De leiding moet geschikt zijn voor de matrix waarin het monster zich bevindt. Teflon is een materiaal dat vaak wordt toegepast. Toch is van dit materiaal bekend dat het als gevolg van osmose als carbon kicker (= verwijderen van koolwaterstoffen) fungeert. Het gevolg is dat de stof die gemeten moet worden deels verloren kan gaan.

De wijze waarop het kalibratiemonster wordt aangeboden aan de gasdetector bepaalt de betrouwbaarheid van het meetresultaat. Tenzij dit absoluut onmogelijk is, moet het kalibratiemonster op dezelfde wijze, dus via een tie-in in de sample-line, gemeten worden.

Daarnaast moet men zich terdege realiseren dat monsters die veel vocht bevatten, vaak voorbehandeld moeten worden (koelen tot 4°C). Hierdoor wordt de samenstelling van het monster

veranderd. Het meetresultaat wordt hierdoor minder representatief. Er wordt bij gasdetectie onderscheid gemaakt in de volgende meetprincipes:

- FID's - vlam-ionisatie-detectoren. De uitvoering die gebruikt wordt als LOD, bestaat uit een gaschromatograaf waarin geen kolom voor het scheiden van de componenten is aangebracht. Het gevolg is dat de som van alle koolwaterstoffen wordt gemeten. De vlam van de detector wordt gevoed met waterstof. Als gevolg hiervan moet de meetopstelling altijd in een aparte ruimte staan. Probleem is dat het vlammetje van deze detectoren nogal eens uit gaat en er dus brandbaar/explosief waterstof vrijkomt. Het is wenselijk dat dit een alarm genereert op een bemenste locatie. Daarnaast wil men nog wel eens vergeten de fles voor het make-up gas (waterstof) op tijd te vervangen. Het gevolg is dat het apparaat dan niets registreert. Het apparaat meet de respons van een totale hoeveelheid koolwaterstoffen. Het signaal wordt vergeleken met de respons die is verkregen door de bekende concentratie in het kalibratiegas. Het resultaat is een meting met een indicatieve waarde die de ordegrrootte van de concentratie koolwaterstoffen aangeeft. In het lage concentratie gebied is het apparaat hierdoor minder betrouwbaar. Het apparaat is over een heel groot meetbereik lineair.
- PID - foto-ionisatie-detectoren. Deze worden ook wel HNU's genoemd. HNU is afkomstig van de wetenschappelijke formule die gebruikt wordt voor dit meetprincipe. De opstelling is vergelijkbaar met die van de FID, echter de detector is vervangen door een PID.
- Foto-akoestische-detectie. Deze apparaten zijn specifiek ontwikkeld voor metingen in de buitenlucht. Ze zijn robuust en redelijk gevoelig in het lage concentratiegebied. Probleem is dat ze alleen enkelvoudige stoffen kunnen meten en dat andere stoffen die eventueel gelijktijdig aanwezig zijn het meetresultaat zowel positief als negatief kunnen beïnvloeden.

### 5.4.3 Explosiemeters of LEL-meters

Al deze meters hebben met elkaar gemeen dat ze "vergiftigd" worden als ze blootgesteld worden aan hoge concentraties koolwaterstoffen. De opstelling moet zo zijn uitgevoerd dat hierdoor een alarm gegenereerd wordt op een bemenste locatie. De meter moet nadat deze weer "ontgift" is opnieuw worden gekalibreerd.

De kalibratie moet plaatsvinden met een voor het aangeboden monster representatief kalibratiegas. Het resultaat van de meting is een indicatieve waarde die een ordegrrootte aangeeft. Het monster moet met een korte leiding aan de meter aangeboden worden.

De meest gebruikte LEL-meters zijn een (I) catharometer (in het Engels een thermal conductivity detector), een (II) infraroodmeter en een (III) meter met halfgeleidercellen.

- I. Een catharometer kan niet gebruikt worden op plaatsen waar te weinig zuurstof aanwezig is. In de meter vindt namelijk een katalytische verbranding aan een platina spiraal plaats. Hiervoor is voldoende zuurstof ( $\geq 18\%$ ) nodig.
- II. Infrarooddetectoren. Bij een bepaalde golflengte vindt absorptie van licht plaats. De mate van absorptie kan o.g.v. vergelijking met een bekende concentratie in een kalibratiegas worden uitgedrukt in een getal. Tot op heden zijn er geen infrarooddetectoren die niet negatief beïnvloedt worden door de aanwezigheid van vocht. Zodra sprake is van een wisselende samenstelling of een mengsel van stoffen dat gemeten moet worden, gaat de betrouwbaarheid van de meetwaarde achteruit. Deze meter is alleen geschikt voor metingen van explosieve mengsels met organische componenten.
- III. Halfgeleidercellen. Aan het oppervlak van een halfgeleider kunnen gassen absorberen. Door die absorptie ontstaan verschillen in geleidbaarheid t.o.v. een referentiecel. De grootte van het verschil is maatgevend voor de concentratie aan koolwaterstoffen.

### 5.4.4 Zuurstofmeters

Zuurstof wordt vrijwel alleen gemeten met paramagnetische detectoren. De meting is redelijk betrouwbaar, mits de detector regelmatig wordt gekalibreerd onder omstandigheden die vergelijkbaar zijn met die van het monster.

### Voorwaarden

Om een detector als een LOD te kunnen aanmerken moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan, te weten:

- Binnen het bedrijf moet een document aanwezig zijn waarin is beschreven wat het doel is van de aangebrachte detectie, wat het meetprincipe is en wat het meetbereik is van het systeem.
- Het systeem moet geschikt zijn voor de parameter die gemeten moet worden. Dit lijkt een heel logische eis, maar in de praktijk blijkt dat toch vaak een probleem te zijn.
- Het meetbereik moet geschikt zijn voor de waarde waarin we geïnteresseerd zijn.
- De detector moet in een onderhoud- en beheercyclus zijn opgenomen. Alleen personen die aantoonbaar gespecialiseerd zijn in het onderhoud en beheer van de detectiesystemen mogen hieraan werken. In het logboek moet opgenomen zijn wie waarvoor verantwoordelijk is.
- De detector, inclusief de bedieningsystemen en registratiesystemen moeten bestand zijn tegen de omgeving waaraan deze worden blootgesteld.
- Het meetsysteem moet zijn aangesloten op een noodstroom voorziening, tenzij andere voorzieningen zijn getroffen die bij stroomuitval een vergelijkbaar veiligheidsniveau realiseren. De beschikbaarheid moet  $\geq 98\%$  zijn.
- De detector moet bestand zijn tegen de matrix waarin hij wordt gebruikt en de matrix mag de meetwaarden niet noemenswaardig beïnvloeden.
- Voor het systeem dient een logboek aanwezig te zijn dat bestaat uit twee delen. In het eerste deel worden alle gegevens van het systeem bewaard. Hiertoe behoort ook de handleiding, inclusief instructies voor onderhoud en beheer. In het tweede deel van het logboek worden alle aantekeningen gemaakt die betrekking hebben op het onderhoud en beheer van de detector.
- Locatie van het analyser-house moet geschikt zijn (denk ook aan zonering).

## **5.5 Containment**

### Doel

Brandend oppervlak zo klein mogelijk houden

### Voorwaarden

In de Nederlandse Praktijk Richtlijn Bodembescherming is aangegeven aan welke criteria vloeistofdichte (bodembeschermende) voorzieningen moeten voldoen bij aanleg en bij gebruik. Als een bedrijf onder een opslaglocatie of onder een installatie een vloeistofdichte vloer aanbrengt die op afschot ligt met afvoer naar een geschikte opvangvoorziening dan kan hierdoor een beperking van het brandend oppervlak gerealiseerd worden.

Er moet dan wel nagegaan worden of dit in de praktijk ook het geval is. Als er bijvoorbeeld sprake is van een koolwaterstof die op eventueel bluswater gaat drijven, waardoor deze zich alsnog kan verspreiden omdat de afvoercapaciteit naar de opvang te gering is, dan is de voorziening wel aanwezig maar voldoet deze niet aan de doelstellingen.

## **5.6 Vlamkerende roosters**

### Doel

Voorkomen uitbreiding van brand via riool en afvoersystemen.

### Voorwaarden

Vlamkerende roosters vervuilen snel waardoor ze de afvoer van vloeistoffen belemmeren en de kans op het verspreiden van de brand vergroten.

Vlamkerende rooster moeten in goede staat verkeren en bestand zijn tegen de stoffen en omstandigheden waaraan ze aanblootgesteld worden. Daarnaast moet ze voldoende stof doorlaten teneinde vrije doorstroming van de af te voeren vloeistoffen mogelijk te maken.

## 5.7 Flame arresters

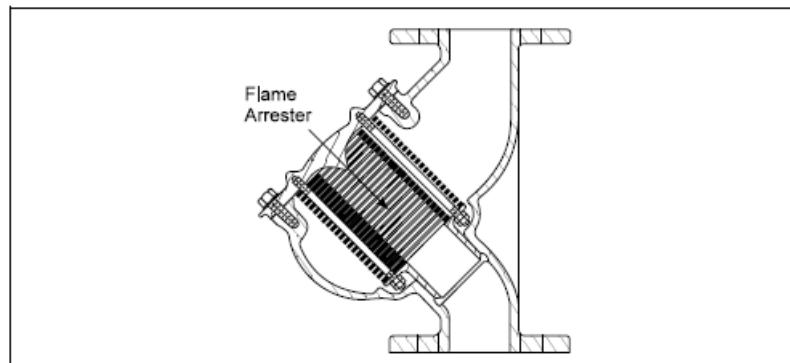
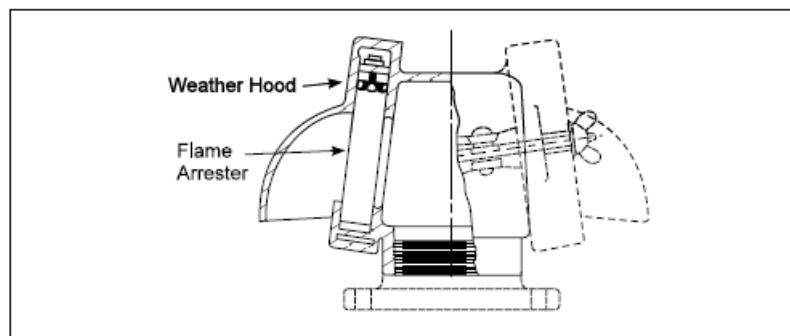
### Doel

Voorkomen verspreiding brand.

### Voorwaarden

In de FM Property Loss Prevention data sheet 7-88 is nadere informatie te vinden over flame arrestors.

Hieronder twee verschillende uitvoeringen van een flame arrestor



Flame arresters lijken op vlamkerende roosters, maar zijn veel robuuster en betrouwbaarder uitgevoerd. Een flame arrester hoort een vlam daad werkelijk te doven. Flame arresters worden als appendage aangebracht in leidingen en op installaties. Er dient duidelijk beschreven te zijn wat het doel is van de aangebrachte flame arrester. Omdat in de flame arrester een gas aanwezig is met een zeer fijne maaswijdte, kan dit snel vervuilen of roesten. De flame arrester verliest dan zijn werking. Daarom is het zaak dat deze flame arresters zijn opgenomen in een onderhoud- en beheer cyclus. Flame arresters zijn niet geschikt voor toepassing bij stoffen die kunnen stollen (zoals fenol), dampen / gassen met stofdeeltjes of stoffen die kunnen polymeriseren.

## 5.8 Detonation arrester

### Doel

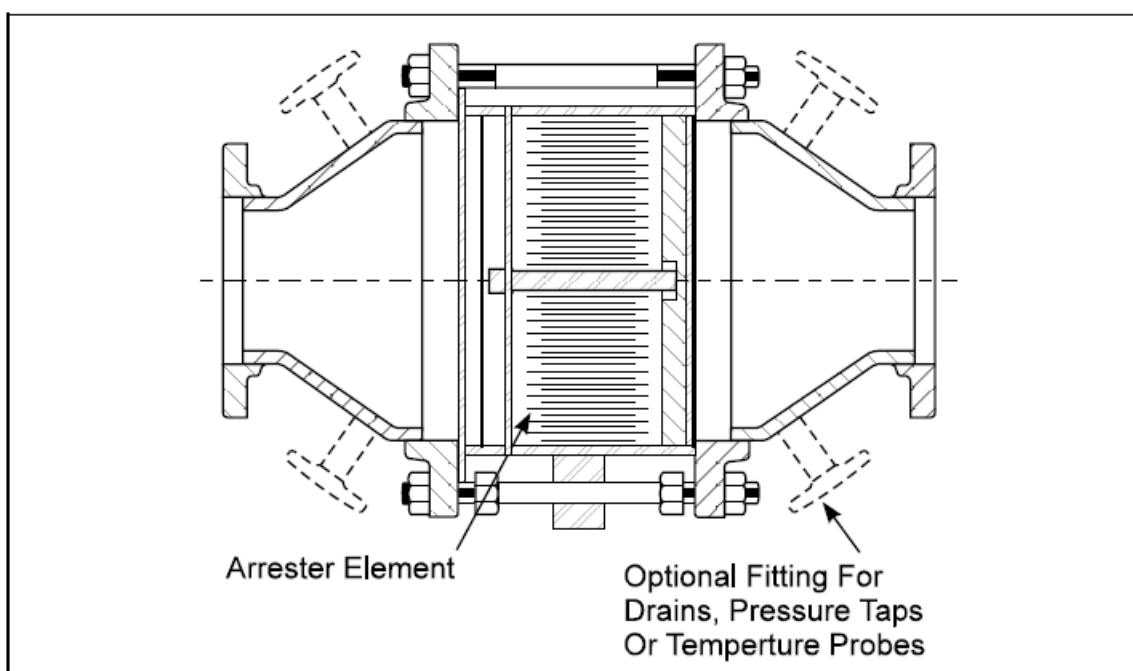
Voorkomen dat een explosie zich voortplant.

### Voorwaarden

Een detonation arrester is een geavanceerde en zeer robuuste uitvoering van een flame arrester. Het brandende damp/gasmengsel zorgt voor drukopbouw. Deze wordt opgevangen in een soort doolhof waar door het afdalen van de druk (expansie) door een kleine opening afkoeling plaats vindt. Deze afkoeling dooft de vlam en voorkomt hiermee een explosie. Ze kunnen enkelzijdig of dubbelzijdig werken. De werkende zijde moet natuurlijk altijd op de juiste wijze in de leiding gemonteerd worden. Detonation arresters dienen om secties (met verschillende aggregatietoestanden) van elkaar te scheiden.

Detonation arresters zijn niet geschikt voor toepassing bij stoffen die kunnen stollen (zoals fenol), dampen / gassen met stofdeeltjes of stoffen die kunnen polymeriseren.

### Voorbeeld van een detonation arrester



## 5.9 (Automatische) koelinstallatie

### Doel

Temperatuur verlagen.

Vorkomen dat een stof of mengsel van stoffen verdampt of voorkomen dat een stof op een temperatuur komt waarbij voldoende energie vrijkomt voor de ontleding of om andere (exotherme) reactie, in stand te houden.

### Voorwaarden

Er moet vooraf een goed doordachte strategie opgezet zijn voor de plaats te bepalen waar de temperatuur gemeten wordt en het aantal meetpunten moet voldoende zijn om te spreken van een representatieve meting, om deze methode als LOD aan te merken.

De meting moet voorzien zijn van tenminste twee alarmwaarden. De eerste heeft betrekking op de  $\Delta T/tijd$ . Het tweede alarm hoort bij het overschrijden van een temperatuur die onder normale omstandigheden nog voldoende tijd geeft om corrigerende maatregelen te nemen. Beide alarmwaarden moeten weloverwogen gekozen worden. De waarden en de argumenten voor de gekozen alarmwaarden moeten gedocumenteerd zijn.



## 5.10 Zuurstofgehalte verlagen

### Doel

Atmosfeer creëren waarbij brand of explosies niet kan optreden

### Algemeen

Deze toelichting is alleen van toepassing voor atmosferische situaties bij een temperatuur <math><100\text{ }^\circ\text{C}</math>. Onder deze omstandigheden kan voor de meeste organische stoffen en mengsels van deze stoffen, waarin geen reactief zuurstofmolecuul aanwezig is (zoals ethers, peroxiden, e.d.) gesteld worden dat bij een zuurstofgehalte  $\leq 6$  vol % geen brandbaar of explosief mengsel kan ontstaan. De partiële druk van zuurstof verandert bij processen onder druk, daarom verandert ook het gebied waarin een stof of een mengsel van stoffen met zuurstof, brandbaar of explosief kan reageren. Het verlagen van zuurstof kan op 3 wijzen plaatsvinden.

#### a) Zuurstof verwijderen

Hierbij wordt in een technische ruimte een installatie (zoals een actiefkoolbed met pressure swing adsorptie) geplaatst die zuurstof uit lucht verwijderd. Deze zuurstofarme lucht wordt in de ruimte gebracht waar het zuurstofgehalte verlaagd moet worden. Deze ruimte moet luchtdicht zijn. Op voldoende representatieve locaties in deze ruimte moet het zuurstofgehalte gemeten worden. De wijze waarop dit kan worden gedaan is eerder in dit hoofdstuk bij 5.4.4. besproken.

Deze werkwijze kent de volgende kritieke aandachtspunten:

- Als deze methode wordt toegepast in een gebouw dan wordt dit meestal na zo'n 5 jaar na nieuwbouw minder luchtdicht. Dit wordt echter niet altijd gesignaleerd door de zuurstofmeters. Als het wel wordt gesignaleerd, dan betekent dit dat de zuurstof verarminginstallatie zwaarder wordt belast.
- De installatie is gevuld met actieve kool. Van dergelijke installaties is algemeen bekend dat het koolbed kan fungeren als ontstekingsbron.
- Tot slot moet aandacht besteed worden aan de ruimte waar de installatie staat. Bij het zuurstofverarmen van lucht komt ook olie vrij die van nature in lucht aanwezig is. Gewoonlijk wordt deze verzameld in open vaatjes. Als de verwijderde zuurstof wordt afgelaten in de ruimte waar de installatie staat, dan kan hierdoor brand ontstaan.

#### b) $\text{N}_2$ - blanketing

FM data sheet 7-59 geeft gedetailleerde informatie met voorwaarden over deze techniek.

Door het suppleren van stikstof wordt het zuurstof gehalte tenminste onder de 6 vol % gebracht. Bij tanks waarvan de inhoud verwarmd wordt moet de concentratie zuurstof verder verlaagd worden (zie FM data sheet 7-88). De aanwezige zuurstofmeting moet een alarm genereren in een bemenste ruimte voordat deze waarde wordt bereikt. De methode kan alleen aangemerkt worden als LOD als het zuurstofgehalte op representatieve wijze gemeten wordt. Het feit dat op een vat stikstofsuppletie is aangebracht is geen garantie dat het zuurstofgehalte ook daadwerkelijk laag genoeg is. Aandachtspunt hierbij is de aanwezigheid van onderdruk (veiligheids)ventielen die lucht en dus ook zuurstof kunnen toelaten tot het systeem.

Daarnaast moet het maximale debiet voor de stikstofsuppletie hoger zijn dan het maximale debiet waarmee de stof uit het insluitsysteem kan worden verwijderd.

#### c) $\text{CO}_2$ - toevoegen

Het doseren van  $\text{CO}_2$  wordt niet vaak toegepast. Het moet beschouwd worden als een systeem dat gelijkwaardig is aan een  $\text{N}_2$ -dosering. De molecuulgemassa van  $\text{CO}_2$  is 44 en van stikstof 28. Het gevolg is dat  $\text{CO}_2$  zich niet homogeen over de ruimte verspreidt. Hierdoor kan de concentratie zuurstof in de ruimte waarin het zuurstofgehalte moet worden verlaagd variëren afhankelijk van de locatie.

# BIJLAGE 1

Voorbeeld beleidsregel

## Model Beleidsregel toepassen passieve brandbeveiliging

*Beleidsregel inzake de integrale borging van de kwaliteit van de Plan – Do – Check – Act – procescyclus voor het toepassen en het gebruik van passieve brandbeveiliging van het college van burgemeester en wethouders van de gemeente <gemeemtenaam> / het college van gedeputeerde staten van de provincie <provincienaam> / het bestuur van de veiligheidsregio <naam VR>, van < datum vaststelling >*

Deze beleidsregel dient aangepast te worden indien wijzigingen in wet- en regelgeving hier aanleiding toe geven.

### 1. Wettelijk kader

Keuze: een of meer van de volgende tekstblokken gebruiken:

#### Keuze 1:

Op grond van artikel 8.11, derde lid van de Wet milieubeheer verbindt het bevoegde gezag aan een vergunning voor een inrichting voorschriften, die nodig zijn om de nadelige gevolgen die de inrichting voor het milieu kan veroorzaken, te voorkomen of, indien dat niet mogelijk is, zoveel mogelijk te beperken en ongedaan te maken. Deze voorschriften kunnen onder andere betrekking hebben op het voorkomen van ongevallen en het beperken van de gevolgen van ongevallen (artikel 8.12b, onderdeel g). Bovendien kan bij vergunningvoorschrift worden bepaald dat met betrekking tot in het voorschrift geregelde moet worden voldaan aan nadere eisen die door een bij het voorschrift aangewezen bestuursorgaan worden gesteld (artikel 8.13, eerste lid, onderdeel f). Op grond van artikel 8.40 van de Wet milieubeheer is een aantal algemene maatregelen van bestuur vastgesteld, waaronder het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, met voorschriften die gelden voor inrichtingen. Op grond van die voorschriften kan het bevoegde gezag in een aantal gevallen maatwerkvoorschriften stellen. Tevens bestaat veelal de mogelijkheid om in plaats van de voorgeschreven voorzieningen alternatieve voorzieningen toe te passen mits deze gelijkwaardig zijn.

In het kader van de vergunningverlening en handhaving, het opstellen van nadere eisen, het opstellen van maatwerkvoorschriften en het beoordelen van de gelijkwaardigheid van toegepaste voorzieningen kan het voorkomen dat het bevoegde gezag moet beoordelen of een binnen de inrichting aanwezige of nog op aan te brengen voorziening voldoende effectief is. Het gaat daarbij om een dossier waarin minimaal de informatie aanwezig is beschreven in hoofdstuk 4 van de Werkwijzer Passieve Brandbeveiliging en waaruit blijkt dat met betrokken brandbeveiligingsvoorziening aantoonbaar het beoogde doel kan worden bereikt en de kwaliteit ervan in de tijd geborgd blijft.

#### Keuze 2:

Op grond van artikel 1.4 van het Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken beoordelen burgemeester en wethouders of aan een in paragraaf 2.1 tot en met 2.9 van dat Besluit gesteld voorschrift niet hoeft te worden voldaan omdat het gebruik van een bouwwerk anders dan door toepassing van het desbetreffende voorschrift ten minste dezelfde mate van brandveiligheid biedt als is beoogd met het betrokken voorschrift (gelijkwaardigheid). De eigenaar van het bouwwerk dan wel degene die uit anderen hoofde daartoe het meest aangewezen is, zal desgevraagd voldoende aannemelijk moeten maken dat er sprake is van dezelfde mate van brandveiligheid. In het kader van de beoordeling van de gelijkwaardigheid van voorzieningen kan het voorkomen dat burgemeester en wethouders moeten vaststellen of een binnen het bouwwerk aanwezige of nog aan te brengen voorziening voldoende effectief is. Het gaat daarbij om een dossier waarin minimaal de informatie aanwezig is beschreven in hoofdstuk 4 van de Werkwijzer Passieve Brandbeveiliging en waaruit blijkt dat met betrokken brandbeveiligingsvoorziening aantoonbaar het beoogde doel kan worden bereikt en de kwaliteit ervan in de tijd geborgd blijft.

#### Keuze 3:

Op grond van artikel 2.5.1 van het Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken moet een bij of krachtens de Woningwet voorgeschreven passieve brandbeveiliging zijn voorzien van een geldig door burgemeester en wethouders aanvaard document waaruit blijkt dat deze voorziening adequaat functioneert, wordt onderhouden en gecontroleerd. Onder een dergelijk document moet worden begrepen een dossier waarin minimaal de informatie aanwezig is beschreven in hoofdstuk 4 van de Werkwijzer Passieve Brandbeveiliging en waaruit blijkt dat met betrokken

brandbeveiligingsvoorziening aantoonbaar het beoogde doel kan worden bereikt en de kwaliteit ervan in de tijd geborgd blijft.

Keuze 4:

Op grond van de artikelen <artikelnummers noemen van de desbetreffende gemeentelijke bouwverordening waarmee invulling is gegeven aan het Besluit brandveilig gebruik van bouwwerken> van de bouwverordening moeten burgemeester en wethouders in voorkomende gevallen beoordelen of een binnen een bouwwerk aanwezige of nog aan te brengen passieve brandbeveiliging doelmatig is. Het gaat daarbij om een dossier waarin minimaal de informatie aanwezig is beschreven in hoofdstuk 4 van de Werkwijzer Passieve Brandbeveiliging en waaruit blijkt dat met betrokken brandbeveiligingsvoorziening aantoonbaar het beoogde doel kan worden bereikt en de kwaliteit ervan in de tijd geborgd blijft.

Keuze 5:

Op grond van artikel 13 Brandweerwet of artikel 25 Wet veiligheidsregio's kan het college van burgemeester en wethouders (het bestuur van de veiligheidsregio) inrichtingen aanwijzen die moeten beschikken over een bedrijfsbrandweer. Voordat het college (het bestuur) overgaat tot aanwijzen van de inrichting dient het hoofd of de bestuurder van de inrichting in de gelegenheid worden gesteld om een bedrijfsbrandweerrapport op te stellen. Bij de beoordeling van dat rapport moeten burgemeester en wethouders in voorkomende gevallen vaststellen of een binnen de inrichting aanwezige of nog aan te brengen passieve brandbeveiliging te allen tijde effectief is. Het gaat daarbij om een dossier waarin minimaal de informatie aanwezig is beschreven in hoofdstuk 4 van de Werkwijzer Passieve Brandbeveiliging en waaruit blijkt dat met betrokken brandbeveiligingsvoorziening aantoonbaar het beoogde doel kan worden bereikt en de kwaliteit ervan in de tijd geborgd blijft.

## 2. Beleidsregel

Algemeen

Dit is een beleidsregel als bedoeld in artikel 1:3 van de Algemene wet bestuursrecht. De bevoegdheid tot het opstellen daarvan is gebaseerd op artikel 4:81 van die wet.

Het college van burgemeester en wethouders van de gemeente <gemeentenaam> / het college van gedeputeerde staten van de provincie <provincienaam> / het bestuur van de veiligheidsregio <naam VR>, zal deze beleidsregel hanteren bij het beoordelen van de aanvaardbaarheid van passieve brandbeveiliging als brandveiligheidsvoorziening. Deze beleidsregel wordt tevens toegepast voor het verbinden van voorschriften aan instemmende beschikkingen.

Het toepassen van deze beleidsregel leidt tot een integrale benadering van de brandveiligheid voor een bouwwerk overeenkomstig de aanbevelingen die de Onderzoeksraad voor de Veiligheid heeft gedaan naar aanleiding van het onderzoek naar de brand op Schiphol. Door uitvoering te geven aan deze beleidsregel kunnen de administratieve lasten voor bedrijven worden beheerst, dan wel verminderd.

Slotbepalingen

De bekendmaking van deze beleidsregel geschiedt door publicatie in [XXXX] en treedt in werking op [dag – maand – jaar].

Deze beleidsregel wordt aangehaald als Beleidsregel Passieve Brandbeveiliging als brandbeveiligingsvoorzieningen

[gemeente, dag – maand – jaar]

[naam] [naam]

[Functie] [functie]

[Functie] [functie]

## **BIJLAGE 2**

**NORSOK Standard M-501**

## Surface preparation and protective coating

This NORSOK standard is developed with broad petroleum industry participation by interested parties in the Norwegian petroleum industry and is owned by the Norwegian petroleum industry represented by The Norwegian Oil Industry Association (OLF) and Federation of Norwegian Manufacturing Industries (TBL). Please note that whilst every effort has been made to ensure the accuracy of this NORSOK standard, neither OLF nor TBL or any of their members will assume liability for any use thereof. Standards Norway is responsible for the administration and publication of this NORSOK standard.

Standards Norway  
Strandveien 18, P.O. Box 242  
N-1326 Lysaker  
NORWAY

Telephone: + 47 67 83 86 00  
Fax: + 47 67 83 86 01  
Email: [petroleum@standard.no](mailto:petroleum@standard.no)  
Website: [www.standard.no/petroleum](http://www.standard.no/petroleum)

Copyrights reserved

<b>Foreword</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>1 Scope</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative and informative references</b>	<b>3</b>
2.1 Normative references	3
2.2 Informative references	4
<b>3 Terms, definitions and abbreviations</b>	<b>4</b>
3.1 Terms and definitions	4
3.2 Abbreviations	5
<b>4 General requirements</b>	<b>5</b>
4.1 General	5
4.2 Planning	5
4.3 Equipment protection and clean up	5
4.4 Ambient conditions	5
4.5 Coating materials	5
4.6 Steel materials	6
4.7 Shop primer	6
4.8 Unpainted surfaces	6
4.9 Handling and shipping of coated items	6
4.10 Pre-qualification of products, personnel and procedures	7
4.11 Metal coating	7
4.12 Records and reports	7
<b>5 Health, safety and environment</b>	<b>7</b>
<b>6 Surface preparation</b>	<b>7</b>
6.1 Pre-blasting preparations	7
6.2 Blast cleaning	7
6.3 Final surface condition	8
<b>7 Paint application</b>	<b>8</b>
7.1 General	8
7.2 Application equipment	8
7.3 Application	8
<b>8 Thermally sprayed metallic coatings</b>	<b>9</b>
8.1 General	9
8.2 Coating materials	9
8.3 Application of thermally sprayed coating	9
8.4 Repair, field coating of pipes and coating of in-fill steel	9
<b>9 Sprayed on passive fire protection</b>	<b>9</b>
9.1 General	9
9.2 Materials	9
9.3 Application	10
9.4 Repairs	10
<b>10 Qualification requirements</b>	<b>10</b>
10.1 Pre-qualification of products	10
10.2 Qualification of companies and personnel	12
10.3 Qualification of procedures	13
<b>11 Inspection and testing</b>	<b>14</b>
<b>Annex A (Normative) Coating systems</b>	<b>15</b>
<b>Annex B (Informative) Colours</b>	<b>20</b>

## Foreword

The NORSOK standards are developed by the Norwegian petroleum industry to ensure adequate safety, value adding and cost effectiveness for petroleum industry developments and operations. Furthermore, NORSOK standards are as far as possible intended to replace oil company specifications and serve as references in the authorities' regulations.

The NORSOK standards are normally based on recognised international standards, adding the provisions deemed necessary to fill the broad needs of the Norwegian petroleum industry. Where relevant, NORSOK standards will be used to provide the Norwegian industry input to the international standardisation process. Subject to development and publication of international standards, the relevant NORSOK standard will be withdrawn.

The NORSOK standards are developed according to the consensus principle generally applicable standards work and according to established procedures defined in NORSOK A-001.

The NORSOK standards are prepared and published with support by The Norwegian Oil Industry Association (OLF) and Federation of Norwegian Manufacturing Industries (TBL).

NORSOK standards are administered and published by Standards Norway.

Annex A is normative, whilst Annex B is for information only.

## Introduction

The main changes included in this revision are that

- ISO 20340 has been adopted as pre-qualification test standard for coating systems;
- fire testing of aged spray-on passive fire protection has been introduced;
- minimum requirements with respect to coating products, number of coats and coating thickness have been introduced also for coating systems that shall be pre-qualified;
- DNV classification testing has been accepted as an alternative qualification method for ballast water tank coatings (coating system no. 3B).

Other changes and modifications are also made. All main changes are highlighted with revision marks.



## 1 Scope

This NORSOK standard gives the requirements for the selection of coating materials, surface preparation, application procedures and inspection for protective coatings to be applied during the construction and installation of offshore installations and associated facilities.

This NORSOK standard cover both paints, metallic coatings and application of spray-on passive fire protective coatings.

The aim of this NORSOK standard is to obtain a coating system, which ensures

- optimal protection of the installation with a minimum need for maintenance;
- that the coating system is maintenance friendly;
- that the coating system is application friendly;
- that health, safety and environmental impacts are evaluated and documented.

This NORSOK standard is not applicable to pipelines and pipeline risers.

## 2 Normative and informative references

The following standards include provisions and guidelines which, through reference in this text, constitute provisions and guidelines of this NORSOK standard. Latest issue of the references shall be used unless otherwise agreed. Other recognized standards may be used provided it can be shown that they meet or exceed the requirements and guidelines of the standards referenced below.

### 2.1 Normative references

ASTM D4752	Standard Test Method for Measuring MEK Resistance of Ethyl Silicate (Inorganic) Zinc-Rich Primers by Solvent Rub.
DIN 8566-2	Zusätze für das termische Spritzen; Massivdröhte zum Lichtbogenspritzen; Technische Lieferbedingungen.
DNV Classification Note 33.1	Corrosion prevention of tanks and holds.
ISO 1461	Metallic coatings - Hot-dip galvanised coating on fabricated ferrous products - Requirements.
ISO 2814	Paints and varnishes - Comparison of contrast ratio (hiding power) of paint of the same type and colour.
ISO 4624	Paints and varnishes - Pull-off test for adhesion.
ISO 4628-6	Paints and varnishes - Evaluation of degradation of paint coatings - Designation of intensity, quantity and size of common types of defect – Part 6: Rating of degree of chalking by tape method.
ISO 8501-1	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness – Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings. Informative supplement to part 1: Representative photographic examples of the change of appearance imparted to steel when blast-cleaned with different abrasives (ISO 8501-1:1988/Suppl: 1994).
ISO 8502-3	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Test for the assessment of surface cleanliness – Part 3: Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure sensitive tape method).
ISO 8502-6	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Test for the assessment of surface cleanliness – Part 6: Extraction of soluble contaminants for analysis - The Bresle method.
ISO 8502-9	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Test for the assessment of surface cleanliness – Part 9: Field method for the conductometric determination of water-soluble salts.
ISO 8503	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast cleaned substrates.
ISO 8504-2	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface preparation methods – Part 2: Abrasive blast cleaning.

ISO 12944-5	Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 5: Protective paint systems.
ISO 19840	Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry film on rough surfaces.
ISO 20340	Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures.
NACE RP0188	Discontinuity (holiday) testing of protective coatings.
NORSOK M-001	Material selection.
NORSOK S-002	Working environment.
NS 476	Paints and coatings - Approval and certification of surface treatment inspectors.
SFS 8145	Anticorrosive painting, surface preparation methods of blast cleaned and shop primer coated steel substrates and preparation grades for respective treatments.
SSPC/SSPM Volume 2	Systems and Specifications, Fourth Edition.

## 2.2 Informative references

DIN 32521	Acceptance test and quality control for thermal spraying equipment.
-----------	---

## 3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this NORSOK standard, the following terms, definitions and abbreviations apply.

### 3.1 Terms and definitions

#### 3.1.1

##### **can**

verbal form used for statements of possibility and capability, whether material, physical or casual

#### 3.1.2

##### **feathered**

gradual taper in thickness from a coated surface to an uncoated surface

#### 3.1.3

##### **holiday**

discontinuity in a coating, which exhibits electrical conductivity, when exposed to a specific voltage

#### 3.1.4

##### **may**

verbal form used to indicate a course of action permissible within the limits of the standard

#### 3.1.5

##### **shall**

verbal form used to indicate requirements strictly to be followed in order to conform to the standard and from which no deviation is permitted, unless accepted by all involved parties

#### 3.1.6

##### **should**

verbal form used to indicate that among several possibilities one is recommended as particularly suitable, without mentioning or excluding others, or that a certain course of action is preferred but not necessarily required

#### 3.1.7

##### **shop primer**

thin protective coating normally applied for protection during transport and storage

#### 3.1.8

##### **stripe coat**

supplementary coat applied to ensure adequate protection of critical areas like edges, welds etc.

### 3.2 Abbreviations

CPS	coating procedure specification
CPT	coating procedure test
CSDS	coating system data sheet
MDFT	minimum dry film thickness
NACE	National Association of Corrosion Engineers
NDFT	nominal dry film thickness
OAR	occupational air requirements
RAL	colour definitions issued by RAL (Deutsches Institut für Gutesicherung und Kennzeichnung e.V.)
SSPC	Steel Structures Painting Council
SSPM	Steel Structures Painting Manual
QC	quality control
VOC	volatile organic components

## 4 General requirements

### 4.1 General

Selection of coating systems and application procedures shall be made with due consideration to conditions during fabrication, installation and service of the installation.

Specific qualification requirements for products, personnel and companies are given in Clause 10.

### 4.2 Planning

All activities shall be fully incorporated in the fabrication plan.

Details of management, inspectors, operators, facilities, equipment and qualified procedures shall be established and documented before commencing work.

Steel surfaces shall be blast cleaned and coated (i.e. metal sprayed or coated with primer and the succeeding coat of the applicable coating system) prior to installation.

### 4.3 Equipment protection and clean up

All equipment and structures shall be fully protected from mechanical damages, ingress of abrasives and dust from blast cleaning. Sags, droplets and paint over-spray (inclusive dry-spray) shall be avoided. Adjacent areas not to be painted or already finished shall be protected. On completion of the work in any area, all masking materials, spent abrasives, equipment etc. shall be removed.

### 4.4 Ambient conditions

No final blast cleaning or coating application shall be done if the relative humidity is more than 85 % and when the steel temperature is less than 3 °C above the dew point. Coating shall only be applied or cured at ambient and steel temperatures above 0 °C.

The coating manufacturer shall specify the maximum and minimum application and curing temperature and other relevant limitations regarding application and curing conditions for each product in any coating system.

### 4.5 Coating materials

The selected coating materials shall be suitable for the intended use and shall be selected after an evaluation of all relevant aspects such as

- corrosion protective properties;
- requirements to health, safety and environment;
- properties related to application conditions, equipment and personnel;
- experience with the coating materials and coating system;
- availability and economics of coating materials.

All coating materials and solvents shall be protected from ignition sources and shall remain within storage temperatures and storage conditions recommended by the coating manufacturer.

All coating materials and solvents shall be stored in the original container bearing the manufacturer's label and instructions. Each product shall have a batch number showing year and month of manufacture and giving full traceability of production. Shelf life shall be included in the technical data sheet.

Applicable coating systems are tabulated in Annex A.

Coating system no. 1, 3B, 4, 5 and 7 shall be pre-qualified in accordance with Clause 10.

For those coating systems which are subject to pre-qualification, the specified coating systems are examples, and alternative coating systems may be used if the requirements of this NORSOK standard are fulfilled. However, for coating system no. 1 and 7, the number of coats and the coating film thicknesses given in Annex A are minimum requirements which shall apply for coating systems subject to pre-qualification testing.

Topcoat colours should be in accordance with Annex B. Light colours shall be used in ballast and fresh water tanks.

#### **4.6 Steel materials**

Steel subject to surface preparation on site shall as a minimum requirement be in accordance with rust-grade B according to ISO 8501-1. Shop primers shall be regarded as temporary corrosion protection and shall be removed prior to the application of the coating systems herein unless the requirements in 4.7 are fulfilled.

#### **4.7 Shop primer**

If a shop primer is considered left on the surface to form an integrated part of the final coating system, it shall be applied in accordance with the following requirements:

Blast cleaning shall comply with ISO 8501-1 Sa 2½ and the surface shall remain at Sa 2½ until application of the primer. The primer shall consist of 1 coat zinc ethyl silicate primer with 15 µm thickness. Measured on a plane polished steel or glass test plate, the dry film thickness shall be maximum 25 µm.

Use of shop primer as an integrated part of the final coating system, can only be considered for coating system no. 1, 3B, 4, 5, 7 and 8. For coating system no. 1, 3B, 4, 5 and 7, the pre-qualification requirements in 10.1 shall apply.

Areas with intact shop primer shall be sweep blasted to minimum lightly in accordance with SFS 8145, table 1, prior to application of the final coating system. All other areas shall be treated in accordance with the requirements for bare steel.

#### **4.8 Unpainted surfaces**

The following items shall not be coated unless otherwise specified:

- aluminium, titanium, uninsulated stainless steel, insulated stainless steel heating/ventilation/air-conditioning ducts, chrome plated, nickel plated, copper, brass, lead, plastic or similar;
- jacketing materials on insulated surfaces.

If stainless steel is connected to carbon steel, the stainless steel part shall be coated 50 mm beyond the weld zone onto the stainless steel. For piping and pressure vessels, the coating for the stainless steel part shall not contain metallic zinc.

#### **4.9 Handling and shipping of coated items**

Coated items shall be carefully handled to avoid damage to coated surfaces. No handling shall be performed before the coating system is cured to an acceptable level. Packing, handling and storage facilities shall be of non-metallic type.

#### **4.10 Pre-qualification of products, personnel and procedures**

Pre-qualification requirements as described in Clause 10 shall be fulfilled and documented prior to commencement of any work in accordance with this NORSOK standard.

#### **4.11 Metal coating**

Hot-dip galvanising shall be in accordance with ISO 1461. Minimum coating thickness for structural items and outfitting steel shall be 125 µm and 900 g/m<sup>2</sup>. Structural items shall be blast cleaned before hot-dip galvanising. When additional painting is specified, coating system no. 6 shall be used.

Metal spraying shall be in accordance with the requirements in this NORSOK standard.

#### **4.12 Records and reports**

All measurements and inspection results required by this NORSOK standard shall be recorded, and the records shall provide traceability to the associated parts of the coated objects. Contractor shall prepare and maintain reports that include these records. Defective work shall be reported and included in the records.

### **5 Health, safety and environment**

The following documentation shall be provided and used when evaluating coating systems:

- chemical name of organic solvent, OAR number according to Norwegian regulations, and VOC content in g/l;
- percentage of low molecular epoxy (molecular weight < 700);
- content of hazardous substances, see NORSOK S-002;
- specification of hazardous thermal degradation components;
- combustibility;
- special handling precautions and personal protection.

All coating products shall as a minimum be in accordance with relevant Norwegian regulatory requirements regardless of where the coating operation takes place.

Content of quartz and heavy metals in blast cleaning media (see ISO 8504-2) shall be given.

### **6 Surface preparation**

#### **6.1 Pre-blasting preparations**

Sharp edges, fillets, corners and welds shall be rounded or smoothed by grinding (minimum radius 2 mm).

Hard surface layers (e.g. resulting from flame cutting) shall be removed by grinding prior to blast cleaning.

The surfaces shall be free from any foreign matter such as weld flux, residue, slivers, oil, grease, salt etc. prior to blast cleaning. All surfaces should be washed with clean fresh water prior to blast cleaning.

Any oil and grease contamination shall be removed in accordance with SSPC/SSPM Volume 2, grade SP1, prior to blasting operations.

Any major surface defects, particularly surface laminations or scabs detrimental to the protective coating system shall be removed by suitable dressing. Where such defects have been revealed during blast cleaning, and dressing has been performed, the dressed area shall be re-blasted to the specified standard. All welds shall be inspected and if necessary repaired prior to final blast cleaning of the area. Surface pores, cavities etc. shall be removed by suitable dressing or weld repair.

#### **6.2 Blast cleaning**

Blasting abrasives shall be dry, clean and free from contaminants, which will be detrimental to the performance of the coating.

Size of abrasive particles for blast cleaning shall be such that the prepared surface profile height (anchor pattern profile) is in accordance with the requirements for the applicable coating system. The surface profile

shall be graded in accordance with ISO 8503. Grit shall be used as blast medium. The grit shall be non-metallic and free from chlorides when used on stainless steel substrates.

The cleanliness of the blast cleaned surface shall be as referred to for each coating system in accordance with ISO 8501-1.

### **6.3 Final surface condition**

The surface to be coated shall be clean, dry, free from oil/grease, and have the specified roughness and cleanliness until the first coat is applied.

Dust, blast abrasives etc. shall be removed from the surface after blast cleaning such that the particle quantity and particle size do not exceed rating 2 of ISO 8502-3.

The maximum content of soluble impurities on the blasted surface as sampled using ISO 8502-6 and distilled water, shall not exceed a conductivity measured in accordance with ISO 8502-9 corresponding to a NaCl content of 20 mg/m<sup>2</sup>.

## **7 Paint application**

### **7.1 General**

Contrasting colours shall be used for each coat of paint.

Hiding power of topcoat for specified colours shall be tested in accordance with ISO 2814. Contrast ratio shall not be less than 94 % at the specified topcoat thickness.

The coating manufacturer shall provide a CSDS for each coating system to be used, containing at least the following information for each product:

- surface pre-treatment requirements;
- film thickness (maximum, minimum and specified);
- maximum and minimum re-coating intervals at relevant temperatures;
- information on thinners to be used (quantities and type);
- coating repair system (qualified in accordance with Table 1).

### **7.2 Application equipment**

The method of application shall be governed by the coating manufacturer's recommendation for the particular coating being applied.

Roller application of the first primer coat is not acceptable. When paints are applied by brush, the brush shall be of a style and quality acceptable to the coating manufacturer. Brush application shall be done so that a smooth coat, as uniform in thickness as possible, is obtained.

### **7.3 Application**

For each coat, a stripe coat shall be applied by brush to all welds, corners, behind angles, edges of beams etc. and areas not fully reachable by spray in order to obtain the specified coverage and thickness.

Edges of existing coating shall be feathered towards the substrate prior to overcoating.

Each coat shall be applied uniformly over the entire surface. Skips, runs, sags and drips shall be avoided. Each coat shall be free from pinholes, blisters and holidays.

Contamination of painted surfaces between coats shall be avoided. Any contamination shall be removed.

## 8 Thermally sprayed metallic coatings

### 8.1 General

Relevant requirements provided in this standard are applicable for thermally sprayed metallic coatings. Specific requirements valid for thermally sprayed metallic coatings are provided below.

### 8.2 Coating materials

The materials for metal spraying shall be in accordance with the following:

Aluminium: Type Al 99.5 of DIN 8566-2 or equivalent.

Aluminium alloy: Aluminium alloy with 5 % Mg, DIN 8566-2 AlMg5 or equivalent.

Zinc or alloys of zinc.

All coating metals shall be supplied with product data sheets and quality control certificates, and be marked with coating metal manufacturer's name, manufacturing standard, metal composition, weight and manufacture date.

Metal coating shall be sealed or overcoated as specified in coating system no. 2 in Annex A.

Maximum operating temperature when zinc or alloys of zinc metal coating is used is 120 °C.

### 8.3 Application of thermally sprayed coating

Each coat shall be applied uniformly over the entire surface. The coat shall be applied in multiple layers and shall overlap on each pass of the gun.

Equipment for application should follow guidelines given in DIN 32521.

The coating shall be firmly adherent. The surface after spraying shall be uniform and free of lumps, loosely adherent spattered metal, bubbles, ash formation, defects and uncoated spots.

Before application of any further coat, any damage to the previous coat shall be repaired.

### 8.4 Repair, field coating of pipes and coating of in-fill steel

All requirements, including adhesion, applicable to metal spraying, shall apply.

The treating and handling of the substrate shall be done in such a manner that the product in its final condition will have a continuous and uniform coating.

Before the metal spraying operation starts, the area 30 cm to 40 cm in distance from the weld zone shall be sweep-blasted to ensure that all contamination is removed. The uncoated welding zone shall be blast cleaned as specified for coating system no. 2. The metal coating shall be performed according to 8.3.

## 9 Sprayed on passive fire protection

### 9.1 General

Relevant requirements provided in this NORSOK standard are applicable for sprayed on passive fire protection. Specific requirements valid for sprayed on passive fire protection are provided below.

Information regarding selection of materials, thicknesses and areas to be protected is not covered by this NORSOK standard, but the passive fire protective material shall follow applicable requirements to fire protective properties.

### 9.2 Materials

The sprayed on fire protection shall be applied with wire mesh reinforcement. The wire mesh shall be mechanically fixed to the steel substrate by studs and be properly embedded into the passive fire protection material. The wire mesh shall be plastic coated for all types of fire protection, with the exception of epoxy based materials for which hot dip galvanised or stainless steel wire mesh shall be used. Alternative reinforcement and anchoring of the sprayed on fire protection shall be formally handled as a deviation.

Cement based fire protection shall be externally protected with a material which retards/stops the migration of carbon dioxide and humidity. The coating shall be accepted by the manufacturer.

Coating system no. 5 shall be used for sprayed on passive fire protection. Topcoats used on passive fire protection shall be pre-qualified for coating system no. 1. The sprayed on passive fire protection coating system without topcoat shall be pre-qualified in accordance with Clause 10. During construction, other primers/substrates than the ones used in the pre-qualification test for the passive fire protection system may be used, provided the products are already pre-qualified in coating system no. 1. Under all conditions, surface preparation, primers/substrates and topcoats are subject to acceptance by the manufacturer of sprayed on passive fire protective coating.

The supplier of the sprayed on passive fire protection material shall document that the passive fire protection system as applied has good properties concerning relevant rapid temperature changes during construction and operation.

### 9.3 Application

Application of the sprayed on passive fire protective coating shall be in accordance with the recommendations given by the manufacturer of the material.

Studs shall be welded to the structural members, firewalls and fire rated decks with a maximum of 300 mm centres. Attention shall be paid to areas where mesh ends on the substrate. In these areas the maximum distance shall be 200 mm between welded studs. On highly stressed structural steel, stud welding may not be allowed. In these areas, the studs may be glued to the substrate.

If several layers of passive fire protective coating are necessary, the material shall normally be sprayed wet to wet.

After the passive fire protective coating material has cured, and before application of topcoat, the thickness of the coating shall be checked. Holes shall be drilled down to the substrate on a spot check basis to measure that the thickness is correct. The holes shall be marked and filled with fresh material immediately after the readings. Where feasible, ultrasonic techniques may be used as an alternative to verify the thickness of the coating.

Topcoating shall be carried out in accordance with manufacturer's specification.

The surface finish shall conform to the reference sample prepared during the CPT (see 10.3) and manufacturers application guide. On horizontal surfaces and cavities, adequate water drainage shall be ensured. Areas, which are difficult to access for spraying of passive fire protective coating, shall to the extent possible, be boxed in before the passive fire protective coating is applied. Adequate water shedding shall be arranged for.

### 9.4 Repairs

The damaged area shall be removed and the edge around the area shall be cut back to solid materials. Adequate overlap with existing reinforcement shall be ensured. If the area is greater than 0,025 m<sup>2</sup>, the mesh shall be replaced and secured to the substrate. If the corrosion protection is damaged, the area shall be blast cleaned to Sa 2½ and new corrosion protection applied.

## 10 Qualification requirements

### 10.1 Pre-qualification of products

The requirements for pre-qualification prior to use are applicable to coating system no.1 (applied on carbon steel) and to coating system no. 3B, 4 and 7. In addition, any sprayed on fire protective coating to be used for outdoor or naturally ventilated areas shall be subject to pre-qualification testing.

Acceptance criteria in the pre-qualification testing are considered as minimum performance requirements.

Unless otherwise specified, pre-qualifications carried out according to earlier revisions of this NORSOK standard are valid provided the coating system fulfils all other requirement in this revision and provided such pre-qualification testing was started before this revision was issued.



In a pre-qualified coating system, the approved topcoat may substitute another pre-qualified topcoat provided the intermediate coating is the same and the film-thickness of the topcoats are equal.

When a shop primer is an integrated part of coating system no.1, 3B or 7, the following shall apply:

- one coating system (system no. 1, 3B or 7) shall be tested with and without the shop-primer. Both systems shall pass the test in Table 1;
- the shop primer may then be used as an integrated part of a compatible coating system which has been pre-qualified in accordance with Table 1 with or without shop primer.

To form an integrated part of coating system no. 4 and 5, the complete coating system with shop primer shall be pre-qualified according to Table 1.

**Table 1 - Pre-qualification tests for coating materials**

Test	Acceptance criteria
<p><b>Seawater immersion according to ISO 20340</b></p> <p>Testing is required for the following coating systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coating system no. 3B and 7.</li> <li>• Coating system no. 1 when used in tidal or splash zones.</li> </ul>	<p>According to ISO 20340.</p>
<p><b>Ageing resistance according to ISO 20340, procedure A</b></p> <p>Testing is required for the following coating systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coating system no. 1, 3B, 4, 5A and 5B.</li> <li>• Coating system no. 7 when used in tidal or splash zones.</li> </ul>	<p>According to ISO 20340.</p> <p>Supplementary requirements:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chalking (see ISO 4628-6): Maximum rating 2. Applicable to coating system no. 1 only.</li> <li>2. Adhesion (see ISO 4624): Minimum 5,0 MPa and maximum 50 % reduction from original value.</li> <li>3. Overcoatable without mechanical treatment obtaining minimum adhesion of 5,0 MPa.</li> <li>4. Adhesion (see ISO 4624) for coating system no. 5A and 5B: Maximum 50 % reduction from original value, minimum 2,0 MPa for cement based products and minimum 3,0 MPa for epoxy based products.</li> <li>5. Water absorption after complete ageing resistance test shall be reported for coating system no. 5A.</li> </ol>
<p><b>Cathodic disbonding according to ISO 20340.</b></p> <p>Coating system no. 3B and 7. Coating system no. 1 when used in tidal or splash zones.</p>	<p>According to ISO 20340.</p>
<p>Notes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acceptance criteria are considered as minimum performance requirements.</li> <li>2. Adhesion testing shall be performed by using equipment with an automatically centred pulling force. For coating system no. 4, adhesion testing may be conducted on coating without non-skid aggregates on test panels not exposed to the above test environments.</li> <li>3. The acceptance criteria to be used in this NORSOK standard for corrosion from scribe shall be corrosion from the 2 mm wide scribe. Thus, for this NORSOK standard, the 0,05 mm scribe specified in ISO 20340 may be omitted and the test plate dimensions may be reduced to 75 mm x 150 mm x 5 mm.</li> <li>4. Coating system no. 3B for ballast water tanks approved to DNV Classification Note 33.1 class B1 shall be considered as qualified. Accordingly, testing in accordance with this standard is not required.</li> <li>5. The thickness of coating system no. 5A to be tested shall be 6 mm.</li> <li>6. Tests on coating system no. 5A and 5B shall be performed on material without reinforcement.</li> <li>7. Tests on coating system no. 5A and 5B shall be carried out on system without topcoat.</li> </ol>	

Fire testing after ageing shall be performed for epoxy based sprayed on passive fire protection systems. Four test plates with minimum dimensions 400 mm x 400 mm shall be prepared in accordance with 9.2, 9.3 and Table 1. Two test plates shall be tested for ageing resistance in compliance with ISO 20340, procedure

A. The other two plates shall be kept as reference. None of the plates shall have scribes. Minimum one test plate that has been subject to ageing testing and one reference test plate shall be fire tested in compliance with the requirements for hydrocarbon fire. Maximum 10 % increase in mean temperature read as °C of the aged test plate as compared to the simultaneously tested reference plate is accepted. This requirement refers to the recorded mean temperature increase from the two plates when fire tested for 60 min or when the plate exceeds 400 °C within 60 min of the fire test.

## 10.2 Qualification of companies and personnel

### 10.2.1 Companies

Companies performing work in accordance with this NORSOK standard shall document experience in organizing, planning and execution of work with similar size and complexity.

### 10.2.2 Qualification of paint operators

Operators shall be qualified to tradesman level as blast-cleaner, painter, applicator etc. The personnel shall have relevant knowledge of health and safety hazard, use of protection equipment, coating materials, mixing and thinning of coatings, coating pot-life, surface requirements etc.

Personnel not qualified to tradesman level, shall document training and experience to the same level as a formalized tradesman education.

### 10.2.3 Qualification of metal spray operators

Prior to commencement of work in accordance with this NORSOK standard, the operator shall pass the pre-qualification test described in Table 2. The results from the qualification test specified below are valid for maximum 12 months without regular coating work.

**Table 2 - Qualification of metal spraying**

Test	Acceptance criteria
<b>Visual examination of coating</b> All test panels shall be examined without magnification and with 10X magnification.	See 8.3.
<b>Film thickness and shape test</b> (see Note 2)	Minimum 200 µm on all specimen surfaces (ISO 19840).
<b>Adhesion</b> (see Note 3) ISO 4624. All test panels shall be tested. Examination of the test specimens shall be conducted after rupture to determine the cause of failure.	No single measurement less than 9,0 MPa. Re-testing is required if the failure occurred at the adhesive/coating interface. Test equipment with an automatic centred pulling force shall be used.
Notes:	
1. General: Test materials shall be of a comparable grade to be used in production. The coating shall be applied in accordance with this NORSOK standard and the proposed procedure.	
2. Specimens for shape test: One 1500 mm long "T", "I" or "H" shaped profile approximately dimensions 750 mm high and 13 mm thick. Another specimen shall be cut from a 1500 mm long 50 mm diameter pipe.	
3. Specimens for adhesion test: Five specimens for the adhesion test shall be prepared according to the requirements of ISO 4624 using minimum 5 mm thick plates.	

### 10.2.4 Qualification of passive fire protection operators

Operators, including pump machine operator, shall be qualified, trained and certified according to the manufacturer's procedures.

Before any stud welding, the welders and the procedures to be used shall be qualified in accordance with the coating manufacturer's procedures.

If the operators or stud welders have not been working with the type of application or material within a period of 12 months, the applicator shall document that necessary supplementary training have been given before start of any work.

### **10.2.5 Qualification of supervisors, foremen and QC personnel**

Personnel carrying out inspection or verification shall be qualified in accordance with NS 476 Inspector level III, or certified as NACE coating inspector level III.

Inspectors according to NS 476 Inspector level II, may carry out the inspection work under the supervision of an inspector level III.

Supervisors and foremen shall be qualified to tradesman level and should be qualified in accordance with NS 476 Inspector level II, or NACE level II.

Supervisors, foremen or QC personnel involved in application of passive fire protection shall in addition, be trained and certified according to the procedures of the manufacturer of the passive fire protective material.

### **10.3 Qualification of procedures**

#### **Coating procedure specification (CPS)**

A detailed CPS based on the requirements of this standard shall be established. The CPS shall contain the following:

- identification of equipment for surface preparation and application;
- information given on CSDS;
- personal protective equipment to be used;
- safety data sheets for each product;
- product data sheets.

For the sprayed on passive fire protection, the CPS shall, in addition, contain information regarding maximum allowable time between application of the different layers, method and frequency of measuring thicknesses, location of the reinforcement related to the different thicknesses and restrictions for use of solvents.

The qualified CPS shall be followed during all coating work.

The following changes in the coating application parameters requires the CPS to be re-qualified:

- any change of coating material;
- change of method and equipment for surface preparation and coating application.

#### **Coating procedure test (CPT)**

A CPT shall be used to qualify all coating procedures. A suitable location on the component to be coated may be selected on which the CPT shall be carried out. Alternatively, a test panel in accordance with 10.2.3 may be used for metal spraying and a test panel (minimum 1 m x 1 m) containing at least 1 pipe-end, 2 pipes, 1 angle and 1 flat bar may be used for other coating systems.

The coating procedures shall be qualified under realistic conditions likely to be present during coating application.

If the shop primer is intended to form an integrated part of the final coating system, and the requirements of 4.7 and 10.1 are fulfilled, the CPT shall be conducted on shop primed steel sweep blasted to grade lightly or more in accordance with SFS 8145 and on steel blast cleaned to the agreed standard for steel without shop primer.

Inspection and testing requirements for the CPT, including acceptance criteria, shall be as given in Clause 11. For metal spray, additional acceptance criteria provided in Table 2 shall also apply.

Curing time prior to carry out the adhesion test shall be according to time for fully cured in coating supplier's data sheet.

For sprayed on passive fire protection, the CPT shall be performed on an area accepted by the parties involved. The area shall be clearly marked, and will serve as a reference area throughout the project. The application of the fire protection shall comply with the applicable procedures, and be subject to approval by

the parties involved. The surface finish on the CPT area, and quality of the work, shall be used as a reference with respect to the quality of the work to be done during further production work.

## 11 Inspection and testing

Testing and inspection shall be carried out in accordance with Table 3. Surfaces shall be accessible until final inspection is carried out.

**Table 3 - Inspection and testing**

Test type	Method	Frequency	Acceptance criteria	Consequence
Environmental conditions	Ambient and steel temperature. Relative humidity. Dew point.	Before start of each shift + minimum twice per shift.	In accordance with specified requirements	No blasting or coating
Visual examination	Visual for sharp edges weld spatter slivers, rustgrade, etc.	100 % of all surfaces	No defects, see specified requirements	Defects to be repaired
Cleanliness	a) ISO 8501-1 b) ISO 8502-3	a) 100 % visual of all surfaces b) Spot checks	a) In accordance with specified requirements b) Maximum quantity and size rating 2	a) Reblasting b) Recleaning and retesting until acceptable
Salt test	ISO 8502-6 and ISO 8502-9	Spot checks	Maximum conductivity corresponding to 20 mg/mNaCl	Repeated washing with potable water and retesting until acceptable
Roughness	Comparator or stylus instrument (see ISO 8503)	Each component or once per 10 m <sup>2</sup>	As specified	Reblasting
Curing test (for Zn silicate).	ASTM D4752	Each component or once per 100 m <sup>2</sup>	Rating 4-5	Allow to cure
Visual examination of coating	Visual to determine curing, contamination, solvent retention, pinholes/popping, sagging and surface defects	100 % of surface after each coat	According to specified requirements	Repair of defects
Holiday detection	NACE RP0188 voltage, see table 1	As per coating system specification	No holidays	Repair and retesting.
Film thickness	ISO 19840. Calibration on a smooth surface	ISO 19840	ISO 19840, and coating system data sheet	Repair, additional coats or recoating as appropriate
Adhesion	ISO 4624 using equipment with an automatic centred pulling force, and carried out when coating system are fully cured	Spot checks	See notes below	Coating to be rejected

**Notes:**

- For coating system no. 2 A, adhesion during CPT shall be minimum 9,0 MPa. Adhesion measured during production shall be minimum 7,0 MPa for any single measurement.
- For coating system no. 2B, adhesion during CPT and production shall be minimum 7,0 MPa for the metal coating. The complete coating system no. 2B shall have an adhesion of minimum 5MPa read as cohesion.
- For coating system no. 3A, 3C, 3D, 3E, 3F and 3G, maximum 30 % reduction from the CPT is acceptable. Absolute minimum value is 5 MPa.
- For sprayed on passive fire protection, maximum 50 % reduction from CPT value read as cohesion is acceptable. Absolute minimum values are 2,0 MPa for cement based products and 5,0 MPa for epoxy based products.
- For the remaining coating systems, 50 % reduction of average adhesion value from the CPT is acceptable as minimum adhesion during production coating. Absolute minimum value is 5 MPa.

## Annex A (Normative) Coating systems

### A.1 Coating system no. 1 (shall be pre-qualified)

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	MDFT µm
Carbon steel with operating temperature < 120 °C – Structural steel – Exteriors of equipment, vessels, piping and valves (not insulated)	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½  Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 µm to 85 µm, R <sub>v5</sub> )	1 coat zinc rich primer:	60
		Minimum number of coats: 3 MDFT of complete coating system:	280
General notes:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>If the second coat is not applied immediately after a zinc rich primer has cured, or if the primer is exposed to humid or outdoor conditions prior to application of the second coat, a tie-coat shall be applied on top of the primer immediately after the primer has cured.</li> <li>When this coating system is used for accessible deck areas, a non-skid aggregate shall be added to the second last coat. Prior to applying the coating where the non-skid aggregates are added, the primer and the succeeding coat(s) shall be applied to a MDFT of 175 µm and fully cured.</li> <li>Chalking rating 1 (see Table 1) or better should be preferred for externally exposed surfaces.</li> <li>For the splash zone area, the coating system shall also fulfil the pre-qualification requirements for coating system no. 7.</li> <li>Zinc rich primer shall be in accordance with ISO 12944-5.</li> <li>Specialized coating systems with at least two coats and without zinc rich primers, may be selected for particularly exposed areas on installations provided the coating system is pre-qualified in accordance with 10.1, the coating thickness is <math>\geq 1000</math> µm NDFT and provided relevant successful field experience is documented.</li> </ol>			

### A.2 Coating system no. 2

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	MDFT µm
Coating system no. 2A shall be used for all carbon steel surfaces exposed to operating temperature > 120 °C.  Coating system no. 2A or 2B shall be used for the below carbon steel objects: – All insulated surfaces of tanks, vessels, piping. – Flare booms and crane booms.  Underside of bottom deck included piping, jacket above splash zone lifeboat stations are optional areas (to be decided in each project).	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½  Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 µm to 85 µm, R <sub>v5</sub> )	System no. 2A: Thermally sprayed aluminium or alloys of aluminium.	200
		Sealer:	For sealer, see note 1.
		System no. 2B: Thermally sprayed zinc or alloys of zinc	100
		Tie coat	For tie coat, see note 2.
		Intermediate coat	125
		Topcoat	75
General notes:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>The following is applicable to coating system no. 2A only: All metallized surfaces shall be sealed in accordance with the following requirements: The sealer shall fill the metal pores. It shall be applied until absorption is complete. There should not be a measurable overlay of sealer on the metallic coating after application. The materials for sealing the metal coating shall be two-component epoxy for operating temperatures below 120 °C and aluminium silicone above 120 °C. Volume solids in the sealers when applied shall be 15 % nominal.</li> <li>The following is applicable to coating system no. 2B only: The intermediate coat and the topcoat shall have been pre-qualified as coating system no. 1. The pre-qualification may have been carried out at different film thicknesses. A tie coat shall normally be used unless demonstrated not to be beneficial to the overall performance. The tie-coat shall be in accordance with manufacturers recommendation.</li> <li>For items that will be welded after coating, 5 cm to 10 cm measured from the bevel area shall be left uncoated and 30 cm to 40 cm measured from the bevel area shall be left without coating on top of the metal coating.</li> <li>For insulated surfaces of tanks, vessels, piping and equipment operating at temperatures &lt; 120 °C, two coats of immersion grade epoxy phenolic (each 150 µm NDFT) may be applied as an alternative. MDFT shall be 300 µm. Surface preparation shall be as defined above.</li> </ol>			

### A.3 Coating system no. 3 (system no. 3B shall be pre-qualified)

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system
Internal surface of carbon steel tanks	Coating system no. 3A:	Lining materials for carbon steel tanks are subject to special evaluation, and shall always be approved by the purchaser.  As a minimum the following shall be evaluated: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medium</li> <li>• Operating temperature</li> <li>• Operating pressure</li> <li>• Experience with product</li> <li>• Properties with respect to explosive decompression</li> </ul>
<b>Coating system no. 3A</b> Potable water tanks	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½ Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 µm to 85 µm, R <sub>v5</sub> )	
<b>Coating system no. 3B</b> Ballast water tanks/internal seawater filled compartments	Coating system no. 3B: According to pre-qualification	
<b>Coating system no. 3C</b> Tanks for stabilised crude, diesel and condensate	Other coating systems: As for coating system no. 3A or according to coating manufacturers recommendation.	
<b>Coating system no. 3D</b> Process vessels < 0,3 MPa, < 75 °C		
<b>Coating system no. 3E</b> Process vessels < 7 MPa, < 80 °C		
<b>Coating system no. 3F</b> Process vessels < 3 MPa, < 130 °C		

**Coating system no. 3G** Vessels for storage of methanol, mono ethyl glycol etc.

General notes:

1. 100 % holiday inspection in accordance with NACE RP0188 (table 1) is required for all tanks, except for coating system no. 3B and 3C where the tank tops and upper 1 m of walls shall be inspected. Coating system no. 3G shall not be holiday tested.
2. Adhesion test shall be carried out on separate test plates, minimum adhesion values in accordance with ISO 4624 shall be 5,0 MPa when using automatically centred test equipment.
3. When solvent based coating is used, the maximum coating thickness given on the paint manufacturer's technical data sheet shall not be exceeded.
4. External of lined vessel shall be marked clearly in black letters: LINED VESSEL, NO HOT WORK

Specific notes:

Coating system no. 3A:

1. All products used internally in potable water tanks and fresh water tanks shall be approved for such use by the Norwegian health authorities.
2. Internal lining to be applied in minimum three coats each 100 µm when solvent based epoxy is used.
3. Internal lining to be applied in minimum two coats each 300 µm when solvent free epoxy is used.

Coating system no. 3B:

1. Internal lining to be applied in minimum two coats.
2. The coating system is subject to pre-qualification in accordance with Table 1.
3. Coating systems for ballast water tanks approved to class B1 in accordance with DNV Classification Note 33.1 shall also be considered as qualified.

Coating system no. 3C:

System to be applied to the flat bottoms and lower 1 m of walls, and to the roofs and upper 1 m of walls.

Coating system no. 3D:

1. 2-component solvent free or solvent based epoxy is recommended.
2. The coating should be cured as close to operating temperature as possible.

Coating system no. 3E:

2-component solvent based or solvent free epoxy or modified novolac epoxy is recommended.

Coating system no. 3F:

2-component solvent free novolac epoxy is recommended.

Coating system no. 3G:

Zinc ethyl silicate to be used NDFET 50 µm to 90 µm, or in accordance with manufacturer's technical data sheet.

**A.4 Coating system no. 4 (shall be pre-qualified)**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system (example)	NDFT $\mu\text{m}$
Walkways, escape routes and lay down areas.  Coating system no. 1 may be used on other deck areas.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½  Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 $\mu\text{m}$ to 85 $\mu\text{m}$ , $R_{y5}$ )	Non-skid epoxy screed	3000
General notes: 1. Light colour non-skid aggregates shall be used. 2. Particle size of non-skid aggregate to be 1 mm to 5 mm. 3. Aggregates shall have a uniform spread. 4. Coating systems for escape route and lay down areas shall have adequate properties related to water absorption, impact resistance, coefficient of friction, hardness and flexibility.			

**A.5 Coating system no. 5****A.5.1 Coating system no. 5A (shall be pre-qualified)**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	NDFT $\mu\text{m}$
Under epoxy based fire protection.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½  Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 $\mu\text{m}$ to 85 $\mu\text{m}$ , $R_{y5}$ )	1) 1 coat epoxy primer: or	50
		2) 1 coat zinc rich epoxy: 1 x epoxy tie coat:	60 25
		MDFT ( $\mu\text{m}$ ) of complete coating system:	85
General notes: 1. Stud welding shall be done before final blast cleaning. 2. If the passive fire protection material is not applied immediately after the primer has cured, or if the primer is exposed to humid or outdoor conditions prior to application of the passive fire protection material, coating alternative 2) shall be used. 3. Coating system no. 2 (without sealer or topcoat) may be used as substrate for epoxy based passive fire protection, provided this is approved by the manufacturer of the passive fire protection coating. 4. The coating system and products shall be approved by the manufacturer of the passive fire protection coating. 5. Topcoating on top of the passive fire protection shall be in accordance with the passive fire protection manufacturer's recommendation.			

**A.5.2 Coating system no. 5B (shall be pre-qualified)**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	NDFT $\mu\text{m}$
Under cement based fire protection.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½  Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 $\mu\text{m}$ to 85 $\mu\text{m}$ , $R_{y5}$ )	1 coat zinc rich epoxy:	60
		1 coat two component epoxy:	200
		MDFT ( $\mu\text{m}$ ) of complete coating system:	260
General notes: 1. Stud welding shall be done before final blast cleaning. 2. If the epoxy is not applied immediately after the primer has cured, or if the primer is exposed to humid or outdoor conditions prior to application of the epoxy, a tie coat shall be applied on top of the zinc rich epoxy primer immediately after the primer has cured. 3. The 200 $\mu\text{m}$ epoxy may be applied as 2 x 100 $\mu\text{m}$ . 4. The coating system and products shall be approved by the manufacturer of the passive fire protection coating. 5. Topcoating on top of the passive fire protection shall be in accordance with the passive fire protection manufacturer's recommendation.			

**A.6 Coating system no. 6**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	NDFT µm
Un-insulated stainless steel when painting is required.	Sweep blasting with non-metallic and chloride free grit to obtain anchor profile of approximately 25 µm to 45 µm.	1 coat epoxy primer:	50
Aluminium when painting is required.		1 coat two component epoxy:	100
		1 coat topcoat:	75
Galvanised steel.	Cleaning with alkaline detergent followed by hosing with fresh water.	MDFT (µm) of complete coating system:	225
Insulated stainless steel piping and vessels at temperatures < 120 °C.	Sweep blasting with non-metallic and chloride free grit to obtain anchor profile of approximately 25 µm to 45 µm.	2 coats immersion grade epoxy phenolic:	2 x 125
		MDFT(µm) of complete coating system:	250
General notes:			
1. Coatings for stainless steel shall not contain metallic zinc.			
2. 6Mo and 25Cr duplex stainless steel valves may be left uncoated. When such valves are welded into the piping system, the coating shall cover the weld zone and an additional 40 mm of the valve.			
3. When coating stainless steel with operating temperatures above 120 °C, 30 µm (NDFT) of a high temperature modified silicone paint suitable for the operating temperatures shall be used.			
4. Aluminium handrails located in living quarter shall be anodised.			

**A.7 Coating system no. 7 (shall be pre-qualified)**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system (example)	MDFT µm
Submerged carbon steel and carbon steel in the splash zone.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½ Roughness: ISO 8503 Grade Medium G (50 µm to 85 µm, R <sub>v5</sub> )	Two component epoxy  Minimum number of coats: 2	350
Submerged stainless steel and stainless steel in the splash zone.	Sweep blasting with non-metallic and chloride free grit to obtain anchor profile of approximately 25 µm to 45 µm.	MDFT of complete coating system:	
General notes:			
1. The coating system shall always be used in combination with cathodic protection.			
2. The coating system is aimed at ambient operating temperatures and maximum 50 °C. For higher operating temperatures, a specific evaluation and performance documentation is needed. For temperatures between 50 °C and 100 °C, coating system no. 6 or 9, i.e. 2 coats immersion grade epoxy phenolic, may be considered as adequate.			
3. For the splash zone, corrosion allowance in accordance with applicable regulatory requirements shall always be used in addition to the coating system, see NORSOK M-001.			
4. Anti-fouling may be required.			
5. Piping embedded in concrete shall be corrosion coated at least 300 mm into concrete.			
6. Application using an additional number of coats with lower film thicknesses is acceptable provided each coat is applied and cured in accordance with the coating manufacturer's recommendation and provided all other requirements in this NORSOK standard are fulfilled.			
7. For the splash zone area, the coating system shall also fulfill the pre-qualification requirements for coating system no. 1.			
8. Specialized coating systems with at least two coats, may be selected for particularly exposed areas on installations provided the coating system is pre-qualified in accordance with 10.1, the coating thickness is ≥ 1000 µm NDFT and provided relevant successful field experience is documented.			



**A.8 Coating system no. 8**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system alternatives	NDFT $\mu\text{m}$
Structural carbon steel with operating temperature $\diamond 80$ °C in internal and fully dry and ventilated areas.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½	A. 1 coat two component epoxy	150
		B. Zinc rich epoxy + epoxy tie coat	60 + 25
General notes: 1. This coating system shall only be used if the areas are only exposed to fully dry indoor conditions during fabrication, intermediate storage, installation and operation. The coating system shall not be used on surfaces where water condensation may occur. 2. Reduced requirements (maximum $50 \text{ mg/m}^2$ ) to salt on surface prior to coating is acceptable. 3. Surface preparation to minimum St 2 may be used for touch-up. 4. Topcoat may be applied if specific colours are specified. 5. Equipment to be installed in non-corrosive areas as defined in the first note above, for example electrical rooms, control rooms, living quarters, etc., may normally be coated with suppliers standard coating system and colour. All such coating systems shall be subject to written acceptance from the purchaser.			

**A.9 Coating system no. 9**

Application (if not specified under others)	Surface preparation	Coating system	NDFT $\mu\text{m}$
Bulk supplied carbon steel valves with operating temperature up to $150$ °C.	Cleanliness: ISO 8501-1 Sa 2½	2 coats immersion grade epoxy phenolic:	2 x 150
		MDFT ( $\mu\text{m}$ ) of complete coating system:	300
General notes: 1. When it is possible to identify the operating conditions (temperature, insulation, exposure conditions, etc.) at the time the order is placed, the bulk ordered valves shall be supplied coated with one of the relevant coating systems in this NORSOK standard. 2. Tagged items shall always be supplied coated with one of the relevant coating systems in this NORSOK standard.			

## **Annex B (Informative) Colours**

The below topcoat colours should be selected:

<b>Colour</b>	<b>RAL-1K designation</b>
White	RAL 9002 (Grauweiss)
Blue	RAL 5015 (Himmelblau)
Grey	RAL 7038 (Achalgrau)
Green	RAL 6002 (Laubgrün)
Red	RAL 3000 (Feuerrot)
Yellow	RAL 1004 (Goldgelb)
Orange	RAL 2004 (Reinorange)
Black	RAL 9017 (Verkehrsschwarz)

## **BIJLAGE 3**

Program for Passive Fire Protection Integrity Program

**PROGRAM**  
**for**  
**PASSIVE FIRE PROTECTION**  
**INTEGRITY PROGRAM**



**MARCH 2007**

# PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

## 1.0 INTRODUCTION

ProTech Engineering (PTE), a loss prevention and fire protection engineering company, in association with an asset reliability consultant and service company, are forming an alliance to provide a comprehensive Passive Protection Integrity (PFPI) Program. The PFPI Program presented in this proposal is a model program combining the specialties of both companies to best serve the industry's need for cradle to grave assurance of adequate and reliable passive fire protection systems.

The industry faces serious problems due to the many failure mechanisms associated with passive fire protection (PFP) systems. Some of these failure mechanisms are obvious due to improper materials or applications, and some are not so obvious such as hidden corrosion or material degradation developed over time. The seriousness of the problem becomes extreme where corrosion under fireproofing (CUF) failures is combined with degradation of the PFP coatings.

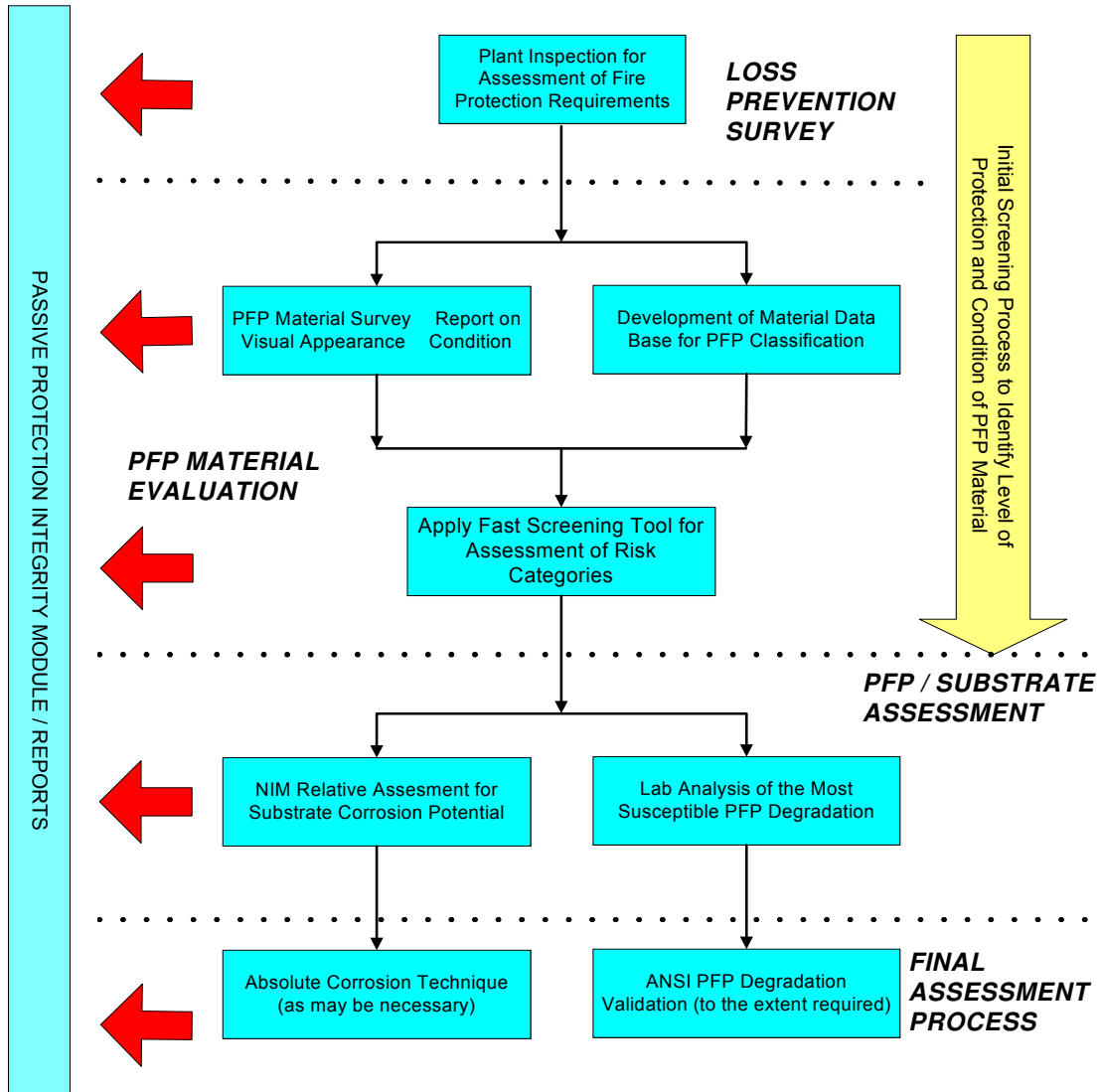
PFP degradation when coupled with substrate corrosion can impact the passive fire protection integrity of a plant where it is most vulnerable and makes a weakened structure more susceptible to fire or explosion failures at less intensity than the originally design criteria. The consequences of these types of failures are compounded further when considering that PFP systems are required in plant areas where the greatest exposures exist and where close equipment spacing was allowed due to the passive protection provided.

The best protection against these types of failures should start at the initial assessment for the basic need for PFP and by determination of the right application and materials, which involves knowledge of the hazards involved and selection of PFP systems commensurate with these hazards. Proper specifications, installation, and quality control is crucial, but must be followed up with long-term care and inspection. The long-term care may involve testing of PFP systems for material degradation, assessment of the potential for substrate corrosion, and in some cases, recertification of the installation and structure.

# PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

## 2.0 SCOPE OF THE PPI PROGRAM

The Passive Fire Protection Integrity (PFPI) Program is intended to coexist and interface with existing plant programs and processes and is developed in modules that may be treated as stand-alone or integral of other plant asset management systems. Flexibility of the PFPI Program but with consistent application of its tools is the key to its success. The figure below illustrates this principal and work process.



## PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

The PFPI Program consists of the primary modules:

MODULES	FOCUS
Loss Prevention Survey	Hazard Identification and Examination of Appropriate and Commensurate Fire Protection.
PFP Material Survey	Expert Assessment of the Visual Appearance Fit for Propose Application
PFP Material Database	Cataloging of PFP Material with All Pertinent Data
Fast Screening Tool	Plant Specific Component Risk Based Assessment
Non-Intrusive Method of Substrate Assessment	Relative Assessment by Pulsed Eddy Current Examination
Material Lab Analyses	Thermal and Infrared Analysis of PFP Properties
Definitive Method of Substrate Assessment	Absolute Assessment by Intrusive Ultrasonic Testing
Validation of Material Lab Analyses	ASTM Validation Method

The **Loss Prevention Survey** will focus on plant fire threats that should be control by passive protective systems. It will qualitatively evaluate the need for passive protection based on fire protection assessment techniques as described in Section No. 3, and will determine the need for a more extensive PFP Materials Survey. Fire threats are evaluated in three basic categories; 1) pool fire, 2) jet flame, and 3) running or flowing liquid fires. Also, capabilities to withstand overpressures form deflagration explosions are assessed.

**PFP Materials Survey** will be conducted by a PFP materials expert with knowledge of all types of fireproofing materials and application, and long-term care. This element can by conducted at the same time as the Loss Prevention Surveys; however, a more focus specialty survey may be required. Refer to Section No. 4 for more details.

**PFP Materials Database** is a desirable element for long-term care and maintenance, and will assist in the overall evaluation and screening. The PFP Materials Data Base would include pertinent elements from both the Loss Prevention and PFP Materials Survey as indicated in Section No. 5 in more detail.

The **Fast Screening Tool (FST)** is a technique for making risk-based decisions based elements of more elaborate risk assessments for comparing failure likelihood versus the consequence. As FST involves elements of Risk-Base Inspections, it can be an extension of this practice, when available, or a stand-alone process as described in Section No. 6.

## PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

**Non-Intrusive Relative Method (NIM)** is a cost-effective NDE program for Pulsed Eddy Current (PEC) examination of PFP and substrate without damaging either. When employed a skilled practitioner, the method can provide very accurate findings for more in depth assessment as indicated in more detail in Section No. 7.

**Absolute Assessment Technique (AAT)** is a further examination of the substrate by removing the coatings in area with high risks as determined by FST and poor findings from NIM. This method will clearly indicate areas where improvements are warranted. This method is described in Section No. 8.

**Lab Analysis of PFP Materials** is an intumescent epoxy screening program employing a quick and efficient lab testing method of removed samples. Thermogravimetric Analysis (TGA) is used in conjunction with parallel IR Analysis for comparative evaluations against a baseline. Details are provided in Section No. 9.

**PFP Degradation Validation** is an extension of the TGA and IR Analyses for selected lab tests that indicate the most negative findings. The validation method is a triplicate process normally reserve for quality initiatives or where results may be used for legal purposes. Section No. 10 explains these requirements in more detail.

### 3.0 LOSS PREVENTION SURVEY

- 3.1 The **Loss Prevention Survey (LPS)** for fireproofing consideration is designed to be in line with, but limited to, the requirement of API 2218, Fireproofing Practices , for assessment of fire hazards and levels of protection provided versus what might be warranted. The LPS will review the process involved and its hazard potential to cause it to be considered as a fire hazard area.
- 3.2 The LPS will consider the API 2218 categories of High, Medium and Low fire potentials in the development of fire scenarios and consequence analysis. The fire hazard areas will then further define fireproofing zones (FPZ) for comparison against existing protection provided.
- 3.3 The LPS will provide for an initial review of the types of fireproofing provided and appearance to be employed as a screening tool for a more in-depth assessment of its fitness, as may be required.
- 3.4 The fireproofing design criteria will be valuated based on the most pertinent or required performance as cited in code or specification. The most pertinent



## **PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY**

performance criteria would include; API 1707, UL 263, Factory Mutual, Various European Standards, Trade Organizations or International Societies.

- 3.5 If not already provided, the LPS will feed into or validate the Materials Data Base for PFP Classification.

### **4.0 PFP MATERIAL SURVEY**

- 4.1 The **PFP Material Survey (PMS)** will be provided, as may be required, beyond the LPS for a detailed examination of the fireproofing materials by personnel experienced in the problems that can develop with age, fatigue, mechanical abuse or other material damage. PFP application will be inspected to ensure they have been installed as per the certifying authority i.e. UL 1709, UL 263, British Standards, Lloyds, Trade Organizations or International Societies.
- 4.2 The PMS will inspect visually for signs of cracking, bulging, delaminating, rust stains, chalking, or color change which indicates a more serious problem could exist. Some methods employed will include, hammer tap-testing and, where permitted, ice-pick penetration test as may be warranted due to the deteriorated conditions.
- 4.3 The PMS inspector will make recommendations for maintenance or repairs, and where sever problems exist, an initial screening will be provided for additional examination by Non-Intrusive Method (NIM) for substrate assessment and/or material lab analysis.

### **5.0 PFP MATERIAL DATABASE**

- 5.1 In addition to LPS and PMS, as a separate or adjoined activity, a PFP Materials Database (PMD) as needed to catalog all pertinent data regarding the installed fireproofing. The LPS and PMS findings and discoveries along with recommendations or conclusions as to the in situ condition of the fireproofing will be included in the PMD.
- 5.2 As a minimum, the PMD should contain the following parameters:
- Type of material, trade name and category
  - Supplier, applicator and data of installation
  - Purchase order number and details, if available
  - Intended purpose of the PFP installation
  - Technical details as to density, thickness, etc.

## **PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY**

- Visual appearance and date of last inspection
- Recommended Improvements
- Risk-based category
- NDT or other test findings and recommendations
- Fit-for-service conclusion and summary
- Specified certifying authority

5.3 A maintenance database tracking system could also be provided based on an MS Access database program with professional applications for tracking and revisiting each data set periodically depending on its risk category.

### **6.0 FAST SCREENING TOOL**

6.1 The Fast Screening Tool (FST) involves elements API's Risk Based Inspection (RBI) Program, (API 580 and 510) with focused applications on the fireproofing zones (FPZ) rather than specific equipment. With this approach, the FST will have a wider window of the assessed risk commensurate with the size of each FPZ.

6.2 The FST is an effective screening technique for focusing on where the facility is most susceptible to loss based on predicted frequency of occurrence and magnitude of the potential damaging consequence. The three basic modules include:

- Hazard Content (Substance versus Location)
- Hazard Potential (Equipment Size/Pressure versus Consequence)
- Hazard Frequency (Failure Rate times Escalation Potential)

6.3 FST is normally customized with input from the plant for additional modules, which can be easily added to provide for greater sensitivity and each module can be weighted based on the plant's risk tolerance. A typical additional module could be provided for physical condition for age and maintenance considerations.

6.4 The aim of FST program is to quickly focus attention to the highest risk categories and to allow to develop a program for subsequent development of a stepped periodic PFP integrity program for assessment of the next highest risk categories and it is time to recycle the program. The intention of the FST findings is to also identify areas of the plant where Non-Intrusive Method of corrosion evaluation should be provided.

### **7.0 NON-INTRUSIVE METHOD**

## **PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY**

- 7.1 Non-Intrusive Method (NIM) is cost-effective program allowing for corrosion survey of ferrous objects to be examined without the need for removal of insulation or fireproofing or damage to any coatings. By employing RBI or FST with NIM technology, reliable inspection methods can be achieved with better results and substantial cost savings.
- 7.2 The NIM technology is a patented, state-of-the-art application of the Pulsed Eddy Current (PEC) examination available under the trade name of INCOTEST , which is an acronym for Insulated Component Testing.
- 7.3 INCOTEST involves an eddy current sensor that is placed on top of the insulation or fireproofing. By means of a low frequency, pulsed, DC magnetic field, eddy currents are generated in the substrate material. By measuring the duration of the eddy currents, the thickness of the material (coating and substrate) can be determined within the enclosed magnetic field known as the footprint.
- 7.4 INCOTEST findings will be employed as part of the database collection and mapping of the area of interest. Negative or less than desirable findings will be targeted for a more definitive testing regime known as Absolute Assessment Technique (AAT), which would involve removal of the coatings.

### **8.0 ABSOLUTE ASSESSMENT TECHNIQUE**

- 8.1 Absolute Assessment Technique (AAT) is consider necessary where the NIM has determine that problematic conditions exist and is warranted where these findings are risk critical areas. AAT involves removing 3 to 5 inches of material depending on the examination type to allow for inspection and contact of the metal surface. The examination would be either an INCOTEST or Ultrasonic application depending on the substrate material and degree of uncertainty.
- 8.2 When fireproofing removal is involved, the core samples should be cataloged and set aside for examination by the fireproofing materials specialist and for aged mastic or epoxy coatings, lab testing for review of residual properties may be warranted.

### **9.0 LAB ANALYSIS OF PFP**

- 9.1 When aged intumescent epoxy fireproofing has been identified in high risk areas, additional evaluation by lab analysis is warranted due to the known occurrence of material degradation. Samples of at least 100mg in size should be obtained for assessment by lab analysis.

## **PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY**

- 9.2 The lab analysis will include material assessment by Thermogravimetric Analysis (TGA) in conjunction with an IR analysis employing Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). A TGA/FTIR analysis provides complementary data regarding a molecule's structure. When used together, (in parallel), have proven very effective in the identification of unknowns or for comparative evaluations.
- 9.3 TGA is conducted to determine the temperature range required for gasification due to intumescent endothermic reaction. Each specimen will be subjected to a linear temperature rise from room temperature to no greater than 1000°C at the rate of 10°C per minute with ambient air flow. The TGA weight-loss will be evaluated to determine the temperature at which no further weight loss occurs at complete gasification.
- 9.4 FTIR receives hot decomposition gas directly from the TGA instrument and runs its analysis in parallel. The infrared spectroscopy provides information the molecular makeup of each sample, resolves chemical detail down to the micron, and identifies chemical bonds in molecules by producing an infrared absorption spectrum. The resulting spectra are a profile or distinctive molecular fingerprint that can be easily screened against the baseline specimens.

### **10.0 PFP DEGRADATION VALIDATION**

- 10.1 For quality assurance programs or when lab test findings may be used in legal proceedings, the PFP analysis program must follow the principals for material testing as described in ASTM E2402.
- 10.2 The ASTM validation of apparatus performance and analytical methods requires triplication of the lab testing program. To perform such extensive analysis would triple the cost and therefore is only recommended for a few samples that show definitive negative findings as the result of the screening process proposed.
- 10.3 The screening program defined in this proposal is not provided for material failure analyses for legal purposes as it will not be validated in accordance with ASTM E2402. A separate proposal will be provided for this case.

### **11.0 CORROSION UNDER FIREPROOFING**

- 11.1 Carbon steel containing less than 12% chromium, when in contact with moisture and oxygen, will rust at a rate of 1 or 2 mils per year. However, when the steel is covered with wet, porous material, the rate of corrosion is far greater. In worst-case

## PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

conditions, where the steel surface is continuously wetted, corrosion rates can be as high as 100 mils per year, but that is the extreme. Corrosion rates depend on the amount of water entering the system, its chemical composition, and how long it stays there. The worst possible situation involves a porous fireproofing with poor substrate protection and lack of proper surface sealant.

11.2 Types of fireproofing problems that may lead to serious corrosion of substrate include water uptake of porous material, debondment in susceptible areas, lack of adequate adhesion, cracking, and poor inherent characteristics of the materials involved. A Material's ability to withstand the effects of humidity, rain, sunlight, and ambient temperature variations can influence its insulating quality, life expectancy, and potential for substrate corrosion. Materials differ in weatherability, surface protection, primers, and sealants required as indicated in the following material descriptions. (Refer to API 2218, Fireproofing Practices, for complete descriptions.) (Refer to <http://en.wikipedia.org/wiki/Fireproofing> for an enlightened discussion on fireproofing materials and modes of failures.)

- **Dense Concrete** is typically low in permeability and if it's thick enough, (3 inches of concrete), can provide protection against corrosion and fire. It is also assumed that the alkali in concrete will passivate the steel so that it will not corrode providing chloride salts do not migrate to the steel surface. However, corrosion can start quickly if the concrete is thin or in a coastal environment.
- **Lightweight Concrete** is designed to save weight by using vermiculite or perlite in the fireproofing. Being much more porous than gravel aggregate, water, oxygen, and salts permeates rapidly unless the steel is protected with proper coatings.
- **Cementitious** fireproofing containing magnesium oxychlorides act as insulators by absorbing energy in a fire through vaporization of water due to hydration. Magnesium oxychlorides are highly corrosive and require a thick primer on the steel. However, primers have been known to shear off the substrate when applied too thick.
- **Intumescent Epoxy** fireproofing that swells and chars in reaction to fire were introduced in 1974 as a product that would prevent corrosion and withstand weathering without degradation. However, to achieve optimum fire performance over the years, some products have been overloaded with fire

## PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

active ingredients consequently making them susceptible to moisture uptake and subsequent degradation of physical properties due to aging.

**Note:** It is also important to understand the difference in the intended use of fireproofing materials as some modes of failure result from the incorrect use of code applications. Fireproofing materials for hydrocarbon exposure must be approved by testing laboratories against hydrocarbon fire tests as provided by ASTM E1529, UL 1709, BS 476-P120 or similar fire test curves. (Refer to Attachment B for graphs of these curves as compared to much less severe cellulose fire test curves.)

### 12.0 OPTIONAL EVALUATION PROCEDURES

One or more of the following evaluation procedures may prove beneficial in understanding and/or documenting the assessment process, but are only proposed as options subject to the degree of study required.

#### Failure Modes and Effects Analysis

A FMEA is a detailed HAZID report format that identifies all possible equipment failure modes and each failure potential effect in tabular form for ease in assessment review.

#### Fault Tree Analysis

A simple fault tree could be constructed to find where the most critical failures could occur and where potential for improvement exist. The fault tree outcome will lead to a top event consequence that could be then assessed by an event tree.

#### Event Tree Analysis

An event tree could be provided as an extension of the fault tree assessment or by assigning a top event. The event tree would then review the success or failure consequences of the variable paths associated with the process involved.

### 13.0 ABOUT PROTECH ENGINEERING

ProTech Engineering was established in 1992 and incorporated in 2001, and is a registered Texas engineering company with the Texas Board of Professional Engineers, Registration No. 002051. The proposed engineer to lead the project is **Kerry Ridgway**, PE a registered professional engineer in Texas, and fire protection engineer (FPE) in Florida, who brings over thirty years of experience in the design, specification, inspection and assessment for all types of active and passive fire protection systems. Lab analysis will be provided by **Olie Silarais**,

## **PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY**

a chemical engineer with over 30 years of experience in chemical and petrochemical facilities including loss prevention activities and numerous fire and explosion analyses.

# PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

## Kerry Ridgway, P.E.

<b>Summary</b>	Mr. Kerry Ridgway has over 30 years of experience in process safety and loss prevention consulting and engineering including; process safety management, fire and explosion assessments, and project management and related engineering disciplines. He holds a B.S. in Engineering from California State University, and is a registered professional engineer (P.E.) in Texas and as Fire Protection Engineering (FPE) in Florida.
<b>Process Safety Management</b>	As Process Safety Manager, Mr. Ridgway has been responsible for implementation and compliance of PSM elements, PSM planning, and compliance assessment of new and existing oil and gas and chemical facilities. Mr. Ridgway has facilitated OSHA 1910.119 PHA compliant methodology for major operating companies. PSM compliance has been provided based on OSHA 3133, PSM Guidelines for Compliance.
<b>Loss Prevention Services</b>	Mr. Ridgway is former Factory Mutual Engineer in loss prevention services and has provided independent loss prevention audits and risk management reports as a captive consulting group for Occidental Chemicals and Oil Gas Divisions. Experience also includes loss prevention inspections and consulting services, and interface with insurance companies on numerous engineering projects world-wide.
<b>Risk Analyses</b>	Mr. Ridgway has experience in risk engineering and consulting including; fire and explosion assessments and evaluations of all types. Detailed experience includes 20 years with DnV Technica's Process Hazard Analysis Software Tool protocol and procedures. Other experience includes finite element failure mode assessment, emergency ventilation, emergency shutdown, fire and gas detection assessments, and protection design criteria.
<b>Fire Protection Engineering</b>	As a registered Fire Protection Engineer, Mr. Ridgway has lead or managed numerous design and installation activities for must all majors, and has provided engineering certification of designs under his direct supervision. He has been part of project management teams and consulted to many project organizations on fire protection designs and application issues.
<b>Safety Engineering</b>	Mr. Ridgway has designed and inspected both passive and active safety systems on hundreds of projects world-wide. Safety assessments were provided for many facilities for safety integrity levels, fault-tree and event tree analyses, design based incident reviews, and loss prevention.



## PROGRAM FOR PASSIVE FIRE PROTECTION INTEGRITY

### Ojars “Olie” Silarais

#### Summary

Mr. Silarais has worked in the fire and safety arena for over 30 years, primarily within Chemical Loss Prevention, Loss Control Management, and Process Safety Operations. He is a degreed Chemical Engineer with a BS from the Worcester Polytechnic Institute of Worcester MA. Mr. Silarais is a former Industrial Risk Insurer and Factory Insurance Association Chemical Loss Prevention Consultant.

#### Loss Prevention Management

Mr. Silarais has provided loss prevention consulting services for the implementation of insurance principles for a variety of refineries, petrochemical and offshore platforms. Mr. Silarais has conducted a multitude of site inspection and fire and explosion analyses, and has performed accident investigations and loss assessments.

A large part of Mr. Silarais experience within the area of management systems lies in performing audits and assessing risk in accordance with quality programs established by insurance companies for highly protected risks (HPR).

#### Process Safety Systems

Mr. Silarais has an extensive background in Process Safety system evaluation and consequence analysis. He has performed fire safety assessments, business interdependencies reviews, loss potentials assessments, and programs for prevention and control of losses.

Mr. Silarais has extensive background in performing these analyses for Gulf Coast refineries, offshore platforms, petrochemical plants, chemical plants, and power generation facilities.

#### Safety Engineering

Mr. Silarais has many years of experience in the design proposal and review of safety systems, and plan reviews of safety systems. Plan review and consultation was also provided for plant expansion and new construction.

ATTACHMENT "B"

COMPARISON OF HYDROCARBON & CELLUOUS FIRE TESTS

